

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção

Rodrigo Becke Cabral

**MERCADOS FINANCEIROS:
UMA METODOLOGIA DE ENSINO DE
ESTRATÉGIAS DE INVESTIMENTO**

Tese de Doutorado

Florianópolis
2002

Rodrigo Becke Cabral

MERCADOS FINANCEIROS: UMA METODOLOGIA DE ENSINO DE ESTRATÉGIAS DE INVESTIMENTO

Tese apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção
da Universidade Federal de
Santa Catarina como requisito
parcial para obtenção do grau
de Doutor em Engenharia de
Produção.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Orientador

Florianópolis
2002

Para Liliane e Ana Bárbara.

Agradecimentos

*À Universidade Federal de Santa Catarina e ao
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Nível Superior – CAPES.*

À Comissão Fulbright.

*Ao orientador Prof. Ricardo Miranda Barcia pelo incentivo à
escolha do tema, enriquecedor em termos profissionais e pessoais.*

*Ao Prof. Suresh Khator pelo suporte e atenção excepcionais
durante minha estada na University of South Florida.*

*Aos colegas professores Alejandro Martins, Rafael Sperb,
Ricardo Cury e Roberto Pacheco, pela motivação e conselhos.*

*À família, fonte inesgotável de amor, carinho,
paciência, compreensão e força.*

A todos que me ajudaram a concluir este desafio.

RESUMO

CABRAL, Rodrigo Becke. **Mercados Financeiros: Uma Metodologia de Ensino de Estratégias de Investimento**. 2002. 97f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Mercados Financeiros estão se tornando importantes no dia-a-dia do indivíduo comum. A crescente popularidade de instrumentos de investimento encorajam leigos a perseguir maiores ganhos e melhorar seu estilo de vida. Mudanças na estrutura de planos de pensão estimulam indivíduos a manter contas de aposentadoria privada, onde a busca por melhores valores de retorno no investimento os conduzem novamente à trilha dos mercados financeiros. No entanto, a maioria dos indivíduos que são parte desta “democratização” de mercados financeiros possuem conhecimento limitado em economia, investimentos ou análise de desempenho de investimentos. Estas pessoas depositam suas decisões em conselheiros públicos e serviços de pesquisa que são freqüentemente contraditórios e enganosos. Em parte isto ocorre porque estas fontes de informação usualmente concentram-se no curto e curtíssimo prazo, empregando técnicas específicas para estes horizontes, e que não deixam clara sua filosofia efêmera, apesar das fortes correntes que urgem aos pequenos investidores para focalizar no longo termo. Investir no longo termo permite a utilização do poder dos juros compostos, da amortização do custo do dinheiro, e reduz sobretaxas impostas na movimentação das contas de investimento. Metas bem estabelecidas e ciência do balanço entre risco e retorno definem os requisitos básicos para investir melhor. Risco, e apenas risco, define o retorno no investimento. Contudo, estratégias de investimento com horizontes distantes são de difícil compreensão, uma vez que apenas o passar dos anos pode agregar experiência ao investidor. Este trabalho apresenta um modelo de ensino de estratégias de investimento para assistir a pessoa comum a estabelecer metas de investimento no longo termo e a compreender o balanço entre risco e retorno. A proposta contempla sessões de aprendizado através de um sistema computacional que contém dados qualitativos e quantitativos para imergir o investidor em informações relevantes. Ao passo que a sessão desenrola-se, o sistema consolida conceitos vitais como diversificação e redução de risco. A meta final é proporcionar aos investidores amadores o conhecimento dos princípios básicos da Teoria Moderna de Portfólio para melhor direcionar seus objetivos financeiros no longo prazo. As tecnologias utilizadas na formulação do modelo proposto incluem métodos probabilísticos multivariados, sistema baseados em conhecimento, bases de dados temporais e sistemas de simulação.

Palavras-chave: mercados financeiros, estratégias de investimento, ensino de estratégias de investimento, simulação de mercados financeiros.

ABSTRACT

CABRAL, Rodrigo Becke. **Mercados Financeiros: Uma Metodologia de Ensino de Estratégias de Investimento**. 2002. 97f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Financial Markets begin to play an important role in today's individuals' life. The increasing popularity of investment instruments encourages laymen to pursue better earnings and improve their lifestyle. Moreover, ongoing changes in the structure of retirement plans demand from individuals to maintain personal retirement savings. As result, the quest for higher returns on the retirement account leads again toward the financial markets. Nevertheless, most individuals who are part of this "democratization" of the financial markets have limited understanding of economics, investments or investment performance analysis. They rely their decisions on public advisors and research services that are often contradictory, confusing and misleading. This is explained by the fact that these sources usually concentrate on the short and very short term, using techniques tailored for this sense, and do not make clear that this is occurring even though current trends urge small investors to look at the long term. Investing in the long term allows for the use of the power of compounding, the dollar cost of money, and reduces fees charged over investment operations. Well-established goals plus a consciousness about risk and return are the prime requisites for better investing. Risk, and risk alone, defines the return on the investment. However, investment strategies with long horizons are of difficult understanding once only with the passage of time can aggregate experience to the investor. This work presents a learning model for investment strategies to assist average people in establishing investment goals and in understanding the risk-return tradeoff. The proposal includes learning sessions through a computer system containing qualitative and quantitative data to immerse the investor with relevant information. As the session evolves, the system conveys vital concepts like diversification and hedging. The overall goal is to create an opportunity for amateur investors to learn and use the basic principles of Modern Portfolio Theory to track their financial objectives in the long run. The proposed model uses technology from multivariate probabilistic methods, knowledge based systems, temporal databases, and simulation systems.

Keywords: financial markets, investment strategies, teaching investment strategies, financial markets simulation.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE EQUAÇÕES.....	v
LISTA DE TABELAS	vi
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONTEXTO.....	1
1.2 OBJETIVO.....	2
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	2
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	2
1.3 RELEVÂNCIA.....	3
1.4 ESTRUTURA	4
1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	5
2 METODOLOGIA	6
2.1 INTRODUÇÃO	6
2.2 PRÉ-CONCEPÇÃO	7
2.3 REDESCOBERTA DO PROBLEMA	7
2.4 OBSERVAÇÃO	8
2.5 EXPERIMENTAÇÃO	8
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
3.1 INTRODUÇÃO	9
3.2 MERCADOS PERIGOSOS	11
3.2.1 <i>As Primeiras Bolhas de Mercado</i>	11
3.2.2 <i>Bolhas Modernas</i>	12
3.2.3 <i>A Economia Norte Americana</i>	14
3.2.4 <i>A Economia Brasileira</i>	15
3.2.5 <i>Considerações</i>	16
3.3 MERCADOS EFICIENTES.....	17
3.3.1 <i>Hipótese de Mercado Eficiente</i>	17
3.3.2 <i>Níveis de Eficiência de Mercado</i>	17
3.3.3 <i>Implicações da Teoria</i>	18
3.3.4 <i>Considerações</i>	20
3.4 TEORIA MODERNA DE PORTFÓLIO	20
3.4.1 <i>Retorno</i>	20
3.4.2 <i>Risco e Aversão ao Risco</i>	21
3.4.3 <i>Matemática de Portfólio</i>	22
3.4.4 <i>Risco do Portfólio e Diversificação</i>	24
3.4.5 <i>Alocação de Ativos</i>	26
3.4.6 <i>Seleção de Portfólio</i>	27
3.4.7 <i>CAPM</i>	31
3.4.8 <i>Considerações</i>	32
3.5 ESTRATÉGIAS DE INVESTIMENTO	33
3.5.1 <i>O Mercado de Estratégias</i>	34
3.5.2 <i>Jogos de Investimento</i>	35

3.6	NOVAS TECNOLOGIAS	37
3.6.1	<i>Introdução</i>	37
3.6.2	<i>Sistema de Apoio ao Ensino</i>	37
4	MODELO PROPOSTO.....	39
4.1	INTRODUÇÃO	39
4.2	ESTRATÉGIA DE INVESTIMENTO RECOMENDADA	39
4.2.1	<i>Posturas em Estratégias de Investimento</i>	40
4.2.2	<i>O Plano de Investimento</i>	41
4.2.3	<i>A Carteira de Investimento</i>	42
4.2.4	<i>Mantendo a Carteira de Investimento</i>	43
4.2.5	<i>O Plano de Investimento, Revisitado</i>	44
4.2.6	<i>Poder dos Juros Compostos</i>	44
4.2.7	<i>Amortização do Custo do Dinheiro</i>	45
4.2.8	<i>Foco no Longo Termo</i>	45
4.3	METODOLOGIA DE ENSINO PROPOSTA	46
4.3.1	<i>Modelo de Ensino de Estratégias de Investimento</i>	47
4.3.2	<i>Arquitetura do Sistema</i>	47
4.3.3	<i>Parte I – Criação de Cenários de Investimento</i>	48
4.3.3.1	O Mercado Financeiro	48
4.3.3.2	A Criação do Cenário de Investimento	49
4.3.3.3	Geração de Dados Quantitativos	50
4.3.3.4	Geração de Dados Qualitativos	55
4.3.3.5	KBS Temporal para Geração Automática de Notícias	56
4.3.4	<i>Parte II – Simulação do Investimento</i>	60
4.3.4.1	Relógio da Simulação	61
4.3.4.2	Etapas da Simulação	61
4.3.4.3	Definição das Regras da Simulação	61
4.3.4.4	Alimentação do Cenário.....	61
4.3.4.5	Cadastramento dos Investidores	62
4.3.4.6	Ativação do Ambiente de Investimento.....	62
4.3.4.7	Evolução Interativa do Cenário	62
4.3.4.8	Encerramento.....	63
4.3.5	<i>Parte III – Análise de Performance</i>	63
4.3.5.1	Risco versus Retorno	63
4.3.5.2	Obtenção das Metas	63
4.3.5.3	Outras Medidas de Desempenho	64
5	ESTUDO DE CASO.....	65
5.1	INTRODUÇÃO	65
5.2	PARTE I – CRIAÇÃO DO CENÁRIO DE INVESTIMENTO	65
5.2.1	<i>Informações Gerais</i>	65
5.2.2	<i>Dados Quantitativos</i>	65
5.2.2.1	Indexador de Mercado	66
5.2.2.2	Fundos de Renda Fixa.....	67
5.2.2.3	Fundos de Multirisco e de Ações	67
5.2.2.4	Risco versus Retorno	67
5.2.3	<i>Dados Qualitativos</i>	69
5.2.3.1	Material de Apoio	69
5.2.3.2	Informações de Estado	70
5.2.3.3	Recomendações e Previsões.....	71

5.3	PARTE II – SIMULAÇÃO DO INVESTIMENTO	71
5.3.1	<i>Tempo Real versus Tempo Simulado</i>	72
5.3.2	<i>Exemplo de um Investidor</i>	72
5.3.3	<i>Construção do Portfólio</i>	72
5.3.4	<i>Checkpoint 1</i>	73
5.3.5	<i>Checkpoint 2</i>	73
5.3.6	<i>Checkpoint 3</i>	73
5.3.7	<i>Meta Financeira</i>	74
5.4	PARTE III – ANÁLISE DE DESEMPENHO	74
5.4.1	<i>Risco versus Retorno</i>	74
5.4.2	<i>Obtenção das Metas</i>	75
5.4.3	<i>Gestão do Portfólio</i>	75
6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	76
6.1	CONCLUSÃO.....	76
6.2	RECOMENDAÇÕES	77
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1. Mississippi Bubble Money and Price Data	12
Figura 3-2. As quebras de Mercado de 1929 e 1987	13
Figura 3-3. A queda do E-Commerce	14
Figura 3-4. Padrões de análise técnica	19
Figura 3-5. Função de Utilidade e Curva de Indiferença	21
Figura 3-6. Risco do portfólio como função do número de ativos	25
Figura 3-7. Diversificação de portfólio no mercado americano	26
Figura 3-8. Combinações de retorno esperado e risco para a CAL	27
Figura 3-9. O impacto da correlação na combinação de dois ativos financeiros	28
Figura 3-10. Combinações eficientes e ineficientes de portfólios com dois ativos	29
Figura 3-11. A fronteira eficiente do mercado	29
Figura 3-12. O portfólio do mercado	30
Figura 3-13. Retorno esperado <i>versus</i> Beta na SML	32
Figura 3-14. Anomalias na CAPM	33
Figura 3-15. Investindo online	34
Figura 3-16. Comercial da InvistAqui	35
Figura 4-1. Poder dos juros compostos, apresentado com diferentes taxas de juros no período de 20 anos	44
Figura 4-2. Amortização do custo do dinheiro exemplificada com a taxa de câmbio do dólar em 5 períodos	45
Figura 4-3. Alocação de ativos recomendada em um ciclo de vida de investimento	46
Figura 4-4. Arquitetura do sistema proposto	47
Figura 4-5. Simulação do IGP-M Brasileiro	52
Figura 4-6. Simulação de taxas de crescimento correlacionadas: o exemplo do fundo de ação e o IGP-M	54
Figura 5-1. Simulação do indexador de mercado: PIB	66
Figura 5-2. Taxa de crescimento do PIB simulado (r_{PIB}), e o corte indicador de estado de mercado	67
Figura 5-3. Mensagem de Introdução ao Cenário	69
Figura 5-4. Informativo sobre o ciclo de vida de um investimento	70
Figura 5-5. Crescimento do saldo investido no caso do suplemento à aposentadoria	74

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 3.1. Retorno absoluto.....	20
Equação 3.2. Taxa de retorno.....	20
Equação 3.3. Quantia recebida como valor esperado.....	21
Equação 3.4. Função utilidade	21
Equação 3.5. Retorno esperado	22
Equação 3.6. Risco esperado.....	22
Equação 3.7. Cálculo de covariância entre duas variáveis aleatórias r_A e r_B	23
Equação 3.8. Retorno esperado do portfólio p com n ativos financeiros	24
Equação 3.9. Risco (variância) do portfólio p com n ativos financeiros	24
Equação 3.10. Retorno esperado da CAL.....	26
Equação 3.11. Risco da CAL	26
Equação 3.12. Prêmio por unidade de risco na CAL.....	27
Equação 3.13. Cálculo do <i>Beta para a CAPM</i>	31
Equação 3.14. Relação entre <i>Beta</i> e retorno esperado $E(r)$	31
Equação 3.15. Risco sistemático e não-sistemático na CAPM.....	32
Equação 4.1. Cálculo do valor de uma anuidade ordinária.....	41
Equação 4.2. Notação da tupla de meta de investimento.....	50
Equação 4.3. Caracterização do ciclo econômico	50
Equação 4.4. Modelagem de dados quantitativos através de séries históricas.....	50
Equação 4.5. Modelagem de série histórica por crescimento relativo	51
Equação 4.6. Geração de séries conforme o modelo de crescimento relativo	51
Equação 4.7. Modelo de crescimento constante, ou normal de Myron Gordon	52
Equação 4.8. Geração de Números Aleatórios de uma Distribuição Normal Padrão Multivariada.....	53
Equação 4.9. Modelagem de dados qualitativos através de eventos	55
Equação 4.10. Regras de Produção de um KBS.....	57
Equação 4.11. Regras de Produção de um KBS Temporal.....	57
Equação 4.12. Caracterização da evolução do Cenário no tempo.....	61
Equação 4.13. Representação do Investidor no Modelo Proposto	62
Equação 4.14. Medida de Sucesso do Investidor na Obtenção de Metas	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Espaço amostral para o retorno esperado da empresa <i>BifeVerde</i>	22
Tabela 3.2. Espaço amostral da empresa <i>BifeVerde</i> relacionado ao retorno na saca da soja	23
Tabela 4.1. Retorno Anual Total para Classes Básicas de Ativos, 1926-97 do mercado financeiro americano.....	40
Tabela 4.2. Fundos de investimento fictícios para um exemplo de composição de carteira.....	42
Tabela 4.3. Ações de manutenção de uma carteira de investimento	43
Tabela 4.4 Cálculo do efeito da amortização do custo do dinheiro.....	45
Tabela 4.5. Notação das variáveis gerais do modelo de simulação de mercados financeiros proposto.....	50
Tabela 4.6. Estatísticas de desempenho, 1926-97	51
Tabela 4.7. Crescimento real (acima da inflação) de um instrumento de investimento: o exemplo do fundo de ação e o IGP-M	55
Tabela 4.8. Comandos permitidos em regras do KBS temporal	58
Tabela 4.9. Exemplos de regras do KBS temporal.....	59
Tabela 4.10. Ações na Manutenção da Carteira de Investimento	62
Tabela 5.1. Informações de cunho geral do estudo de caso.....	65
Tabela 5.2. Retorno anual total desejado para categorias de ativos do estudo de caso no período de 2000 a 2021	68
Tabela 5.3. Risco e retorno dos instrumentos financeiros do estudo de caso	68
Tabela 5.4. Informativo trimestral sobre a condição do PIB	70
Tabela 5.5. Informativo semestral sobre a condição do fundo A1	71
Tabela 5.6. Informativo trimestral sobre a condição do fundo A1 que contrapõe-se à HME, e induz a maiores investimentos no fundo.....	71
Tabela 5.7. Checkpoints na condução do portfólio do investidor	72

LISTA DE ACRÔNIMOS

BOVESPA	Bolsa de Valores de São Paulo
BVRJ	Bolsa de Valores do Rio de Janeiro
CAL	Linha de Alocação de Capital - <i>Capital Allocation Line</i>
CAPM	Modelo de Precificação de Ativos Financeiros - <i>Capital Asset Pricing Model</i>
CML	Linha de Mercado Financeiro - <i>Capital Market Line</i>
HME	Hipótese de Mercado Eficiente - <i>Efficient Market Hypothesis</i>
IPO	Primeira oferta ao público de ações - <i>Initial Public Offering</i>
KBS	Sistema Baseado em Conhecimento - <i>Knowledge Based System</i>
MVP	Portfólio de Variância Mínima - <i>Minimum Variance Portfolio</i>
NASDA	Associação Norte Americana de Corretores de Securidades - <i>National Association of Securities Dealers</i>
NYSE	Bolsa de Valores de Nova Iorque - <i>New York Stock Exchange</i>
SML	Linha de Mercado de Secuidade - <i>Security Market Line</i>
TMP	Teoria Moderna de Portfólio - <i>Modern Portfolio Theory</i>

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

Mercados Financeiros estão se tornando populares entre pessoas comuns. Tendências internacionais revelam um crescimento significativo no número de indivíduos que investem em securidades (Melnikoff, 1998; Brigham, Gapenski and Ehrhardt, 1999; Ruth Simon, 1999). Isto se deve ao aumento no número de diversos instrumentos financeiros que encorajam indivíduos a buscar maiores ganhos para melhorar a qualidade de vida e assegurar as aspirações pessoais de aposentadoria e renda futura.

Como exemplo, mudanças recentes na estrutura dos planos de pensão dos EUA causaram grandes impactos nas instituições financeiras americanas. Indivíduos devem agora assumir as decisões de investimento primárias para seus planos de pensão, tornando o sucesso de sua aposentadoria totalmente dependente destas decisões (Brigham, Gapenski and Ehrhardt, 1999). Nos EUA, a maioria dos planos de pensão são viabilizados através do plano de contribuição definido 401(k), que, por sua vez, direciona o dinheiro para os fundos mútuos (Melnikoff, 1998). Consequentemente, a indústria de fundos mútuos tem crescido rapidamente, com implicações diretas para os mercados de securidades e para negócios que precisam atrair capital. O número de indivíduos investindo nos EUA atualmente é de 84 milhões e crescendo (Miniter, 2000).

No Brasil, entre as diversas aplicações financeiras disponíveis para o consumidor, os planos de previdência privada aberta foram os que mais cresceram no período pós-plano Real. De menos de R\$ 1 bilhão em 1994, os ativos acumulados devem alcançar quase R\$ 16 bilhões ao final de 2002. De 1994 a 2002, o número de empresas oferecendo planos abertos ao consumidor brasileiro aumentou de 4 para quase 30, impulsionado pela criação em 1998 do Plano Gerador de Benefícios Livres (PGBL) produto similar ao 401(k) norte-americano, hoje disponível por 20 provedores com até 100 diferentes tipos de planos (Angelo, 2002).

Outro fator que reforça a popularidade de mercados financeiros é a explosão tecnológica que facilita o acesso a uma grande variedade de transações financeiras. Um exemplo é o uso da Internet que permitiu a abertura de IPOs (*Initial Public Stock Offerings*) ao público em geral. Em 8 de fevereiro de 1999, a decisão de uma firma americana em vender novas emissões de securidades via Internet em um processo de leilão interativo, demonstrou que os IPOs não são mais exclusividade dos bem informados (Richard Simon, 1999). Finalmente, estatísticas atuais demonstram que três milhões de pessoas possuem contas online (Internet) para transações em bolsas de valores, um número que alcançou quatorze milhões em 2001 (Schroeder, 1999).

Contudo, a maioria das pessoas que são parte desta “democratização” dos mercados financeiros tem conhecimento limitado de economia, investimentos ou análise de desempenho de investimentos (Melnikoff, 1998). Estas pessoas tomam suas decisões com base em analistas públicos e serviços de informação que, em sua maioria, utilizam-se de sistemas quantitativos para análise de investimentos baseados em premissas falsas, desnecessariamente arcaicas, e enganosas (Melnikoff, 1998). A explicação é que estas fontes usualmente concentram-se no curto ou curtíssimo termo, empregando técnicas específicas para estes horizontes, e que não deixam clara sua filosofia efêmera, apesar das fortes correntes que urgem aos pequenos investidores para focalizar no longo termo. Grande parte dos indivíduos continua mal informada, tomando decisões de investimento

arriscadas e erráticas; baseadas em informação aleatória ou boatos. O Capítulo 2 apresenta fatos que confirmam esta asserção.

Investir no longo termo é considerada a melhor opção para alcançar bons resultados (Malkiel, 1999). Trabalhar neste horizonte permite a utilização do poder dos juros compostos, da amortização do custo do dinheiro e reduz sobretaxas impostas na movimentação das contas de investimento. Metas bem estabelecidas e a conscientização do balanço entre risco e retorno definem os requisitos básicos para investir melhor. Risco, e apenas risco, define o retorno no investimento; e mesmo que esta asserção seja dúbia, torna-se a mais adequada para o perfil do investidor comum. No entanto, estratégias de investimento com horizontes distantes são de difícil compreensão, uma vez que apenas o passar dos anos pode agregar experiência ao investidor.

Se participar de mercados financeiros é inevitável, como pessoas comuns, ocupadas com suas profissões, podem adaptar-se à realidade atual na qual saber investir torna-se cada vez mais uma necessidade? A resposta está em encontrar uma forma de facilitar a compreensão dos mercados financeiros e, ao mesmo tempo, adotar uma estratégia que reduza o grau de envolvimento, mas que mantenha expectativas positivas para o crescimento do patrimônio futuro e alcance das metas financeiras pessoais.

A abordagem mais adequada é o uso da Teoria Moderna de Portfólios (TMP), cuja simplicidade tornou-a amplamente utilizada em *Wall Street* (Malkiel, 1999). Apesar de simples, o conceito de risco, que é a base da teoria, pode ser de difícil entendimento para pessoas comuns, junto com outros elementos importantes. Esta teoria é apresentada na Seção 3.4.

A chave do problema é encontrar um meio de explicar e demonstrar à sociedade que a solução para alcançar bons desempenhos em investimentos não é através de posições de risco, mas sim reduzir o risco e manter os ganhos alinhados com os objetivos.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um modelo de ensino de estratégias de investimento para assistir pessoas comuns em estabelecer metas financeiras realistas, e em compreender o balanço entre risco e retorno. A meta final é proporcionar aos investidores amadores uma oportunidade de aprender a utilizar os princípios básicos da TMP para rastrear seus objetivos financeiros no longo termo.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Propor um modelo de aprendizado por experimentação em cenários simulados de investimento no longo termo, criados por um instrutor, contendo elementos que transmitam conceitos importantes sobre como os mercados funcionam, e como investir. Cada sessão de ensino deve conter dados quantitativos e qualitativos para envolver o investidor com informações relevantes;
- Propor as linhas fundamentais de uma estratégia de investimento ideal para o pequeno investidor, construída sob os princípios da Hipótese de Mercado Eficiente e Teoria Moderna de Portfólio;

- Criar um modelo de geração de cenários de investimento, definindo os procedimentos de projeto do cenário e geração de dados de acordo com a Teoria Moderna de Portfólio, para que seja utilizado por um instrutor (especialista);
- Criar um modelo de simulação de cenários de investimento, fundamentado na teoria de sistemas de simulação, para permitir a interação do investidor com um cenário financeiro criado pelo instrutor. Este modelo deve especificar o funcionamento da sessão de ensino, e a maneira como as informações fornecidas pelos geradores de dados quantitativos e qualitativos devem interagir com o investidor em treinamento;
- Criar um protótipo (software) para geração de séries temporais numéricas (*i.e.*, dados quantitativos), sejam elas cotações ou indicadores financeiros;
- Criar uma base de regras para geração de notícias e relatórios que auxiliem o instrutor na interpretação dos dados quantitativos gerados (*i.e.*, geração de dados qualitativos);
- Criar um exemplo prático, ou estudo de caso, com um cenário de investimento de longo termo, simples, específico para a aposentadoria.

1.3 Relevância

Uma economia saudável depende da transferência eficiente de fundos de pessoas que são poupadoras para empresas e indivíduos que necessitam de capital. Sem transferências eficientes, a economia simplesmente não conseguiria funcionar (Brigham, Gapenski and Ehrhardt, 1999). Este trabalho ressalta a necessidade de melhor entendimento de Mercados Financeiros que, por sua vez, são importantes para promover crescimento econômico e social.

A principal contribuição deste trabalho é a criação de uma metodologia para capacitação de pessoas em finanças pessoais e mercados financeiros. Esta contribuição possui certa relevância em uma sociedade que receia não haver mais espaço para o pequeno investidor nos complexos, globais e institucionalizados mercados financeiros da atualidade. E a pressão começa cedo. Escolas elementares já estão há algum tempo incluindo o dinheiro e finanças pessoais como parte do currículo, na tentativa de melhor preparar as crianças para o novo mundo (Mandell, 1998; Brenner, 1999; e Gusmão, 1999). É melhor filosofia social que cada indivíduo retenha a responsabilidade final por seu próprio sustento na idade avançada (Corbett, 1931).

O sistema proposto permite que seus usuários avaliem as transações financeiras do ponto de vista operacional. O fator emocional é eliminado porque a simulação não envolve dinheiro verdadeiro. Nenhum investimento termina em erro capital. Durante o treinamento, os usuários alcançam o conhecimento e a confiança necessária para tomar decisões nos mercados financeiros reais. É também contribuição deste trabalho formar investidores estáveis, conhecedores das mudanças e oscilações do mercado. Estabilidade emocional e racionalidade são características importantes em investidores. A “loucura das massas” é notória por prejudicar o funcionamento dos mercados financeiros (Seção 3.2).

O modelo proposto possui aplicações em:

- Sessões abertas de treinamento na *web*, para indivíduos que necessitam de um modo confiável de preparar-se para as escolhas envolvendo investimentos de longo-termo em mercados financeiros (*e.g.*, planos de aposentadoria);
- Sala de aula, onde o instrutor pode utilizar o sistema para demonstrar diversas teorias, incluindo (mas não limitado a) os princípios da TMP;
- Estudos sobre o comportamento de investidores em condições de longo-termo. A natureza *web* do modelo permite conduzir experimentos com um grande número de indivíduos. Os dados coletados podem ser utilizados para estudar curvas de utilidades de investidores e aversão à risco.

A performance em investimento pode apenas ser medida em retrospecto, de forma histórica (Melnikoff, 1998). O modelo proposto pode ser utilizado para gerar séries de dados para uma variedade de análises de performance de investimento. Considerando que a opção alternativa é coletar dados diretamente de mercados reais, restrições de tempo e fragmentação de dados podem ocorrer. Portanto, o modelo proposto também constitui uma ferramenta prática para exploração de cenários de investimento.

1.4 Estrutura

Este trabalho encontra-se estruturado em quatro capítulos.

O presente capítulo introduz o problema, objetivos, contribuição e aplicações deste trabalho. Explica, brevemente, a necessidade de ensinar conceitos importantes de investimento a pessoas, em um momento que se encontram compelidas a buscar alternativas para preservar e aumentar seu patrimônio.

O Capítulo 2 define a metodologia utilizada. A revisão do problema com base na bibliografia pesquisada e o alinhamento dos objetivos para trazer uma abordagem inovadora na solução do problema, redescoberto à luz de novas informações. Ilustra, de forma sucinta, os métodos de observação e experimentação utilizados no decorrer desta pesquisa.

O Capítulo 3 apresenta os mercados financeiros, mercados eficientes, a teoria moderna de portfólio, os benefícios do planejamento financeiro de longo-termo e os atuais jogos de mercados financeiros. O objetivo é constituir uma fundamentação teórica, incluindo uma descrição das ferramentas existentes na preparação de indivíduos que pretendem adentrar os mercados financeiros. Este capítulo apresenta os prós e contras das práticas correntes de ensino por jogos de investimento e como o modelo proposto se posiciona para melhorar o aprendizado sobre estratégias de investimento e mercados financeiros. O capítulo se encerra com a apresentação das novas tecnologias utilizadas em etapas subsequentes.

O Capítulo 4 apresenta o modelo proposto, incluindo as linha gerais para estruturação de estratégias de investimento, as premissas básicas para geração de preços de ativos; regras para geração de eventos qualitativos; sequência temporal para apresentação de dados e construção de um cenário de investimento; e regras para análises de desempenho (confirmação do aprendizado).

O Capítulo 5 constitui em um estudo de caso, construído com base no modelo proposto, e aplicado ao caso específico de investimento para criação de um suplemento para a aposentadoria em um longo período de simulação. Este capítulo traz os resultados desejados para comprovação da adequação do modelo aos objetivos traçados.

O Capítulo 6 conclui este documento e apresenta uma avaliação crítica dos resultados obtidos com o modelo proposto. Também inclui as recomendações para extensão do trabalho.

1.5 Delimitações

Este trabalho constitui em um modelo de ensino de estratégia de investimento. Em um primeiro momento apresenta as linhas gerais para adequação de estratégias de investimento para pequenos investidores, fundamentado na Hipótese de Mercado Eficiente (HME, Seção 3.3) e na Teoria Moderna de Portfólio (TMP, Seção 3.4). Em seguida, especifica a arquitetura de aprendizado por experimentação, dividida em três partes, envolvendo um instrutor e investidores.

Experimentos diversos indicaram a viabilidade de aplicação do modelo proposto, mesmo sem a construção de um sistema completo (Capítulos 4 e 5). Os estudos realizados aprofundaram-se na HME e TMP, incluindo o modelo CAPM (Seção 3.4.7). Em revisão, parte destes conceitos foram excluídos do processo de aprendizado para evitar complexidade no material de ensino. Contudo, é possível encontrar elementos destes conceitos incutidos implicitamente nas recomendações gerais sobre estratégias de investimento.

O protótipo construído para geração aleatória de séries históricas permitiu determinar a viabilidade desta abordagem para criar indicadores e ativos financeiros. A correspondência entre o real e o simulado foi feita através de comparações estatísticas, e também por meio empírico, em processo similar ao *Teste de Turing*. A composição de dados reais e simulados determinaram uma única série, porém a transição entre uma fase e outra não é perceptível ao ser humano¹ (e.g., Série PIB, Figura 5-1, p.66).

Concluindo, o modelo proposto necessita de um instrutor. Este seria um especialista da área, ou professor, que pretende ensinar seus alunos a investir. A possibilidade de automação do papel do instrutor existe, porém é necessário maior investigação sobre suas possibilidades de atuação, se modelado através de *agentes inteligentes* (Bradshaw, 1997; Franklin e Graesser, 1997).

Não é interesse deste trabalho oferecer uma ferramenta para previsão de mercados financeiros. O uso da simulação tem como único objetivo possibilitar a criação e teste de cenários e estratégias de investimento em diferentes situações. Vantagens como condições, variáveis e estados de cenário bem definidas, facilitam a delimitação e inspeção de situações, permitindo inclusive a repetição de experimentos. A execução da simulação, feita em um tempo virtual, torna possível o ensino de estratégias de investimento de longo termo em considerável curto prazo.

¹ Em 1950, Alan Turing publicou na revista *Mind* o artigo “Computing Machine and Intelligence”, apresentando um teste para determinar se uma máquina pode ou não pensar. De forma sucinta, a distinção entre homem e máquina poderia ser feita por uma segunda pessoa que, interagindo com ambos, buscaria encontrar aquele que “não pensa”. Caso a distinção entre homem e máquina não pudesse ser feita, a máquina seria considerada “pensante”.

2 METODOLOGIA

2.1 Introdução

O saber, sendo essencial e existencial no homem, ocorre entre todos os povos, independente de raça ou crença, porquanto no homem o desejo do saber é inato. É na busca incessante da verdade – objetivo do conhecimento – que se assiste progressivamente à procura de interpretações ou respostas às interrogações sobre o universo através da: proposta de bens como hipóteses ou realidade; passagem da religião à filosofia – caminho da razão; passagem da filosofia à ciência – a via do raciocínio engajada em uma relação de causa e efeito, através de análises rigorosas e procedimentos racionais adequados; convergências e divergências entre o homem e o universo – contradições científicas; momento científico, o qual corresponde à medida quantitativa, qualitativa e ideológica (Barros e Lehfeld, 2000).

O conhecimento científico direciona-se às formas de pensamento e observação concretizadas em estratégias que o pesquisador utiliza para o desvendamento de fenômenos (Barros e Lehfeld, 2000). A exigência da definição dos problemas que se objetiva solucionar desvenda formas, métodos e processos de ação. É a busca da verdade ou certeza que o fato encerra.

Métodos científicos são as formas mais seguras inventadas pelo homem para controlar o movimento das coisas que cerceiam um fato e montar formas de compreensão adequadas de fenômenos. O método científico nas concepções atuais deve cumprir, segundo Bunge (1974):

- a. descobrimento do problema ou lacuna em um conjunto de conhecimentos;
- b. colocação precisa do problema ou, ainda, a recolocação de um velho problema à luz de novos conhecimentos;
- c. procura de conhecimentos ou instrumentos relevantes do problema, como dados empíricos, teorias, aparelhos de medição, e técnicas de medição, entre outros;
- d. tentativa de uma solução exata ou aproximada do problema com o auxílio de instrumento conceitual ou empírico disponível;
- e. investigação da consequência da solução obtida;
- f. prova, ou seja, comprovação da solução – confronto da solução com a totalidade das teorias e das informações empíricas pertinentes;
- g. correção das hipóteses, teorias, procedimentos ou dados empregados na obtenção da solução correta.

Os estudos realizados seguem estes procedimentos e este trabalho encontra-se estruturado como reflexo da metodologia adotada. Os Capítulos 1 e 3 apresentam e detalham o problema, incluindo as relações entre conceitos e filosofias divergentes explorados na academia e nas práticas de mercado (conforme Bunge, itens *a*, *b* e *c*). O Capítulo 4 documenta formalmente a abordagem utilizada na solução do problema, enquanto que o Capítulo 5 prova as teorias e informações empíricas pertinentes através do exercício do modelo proposto (itens *d*, *e*, e *f*). O modelo proposto, extensivamente discutido no Capítulo 4, é resultado de hipóteses, teorias e procedimentos formulados e executados no desenvolver deste trabalho (item *g*), incluindo a *pré-concepção* e

redescoberta do problema, e a adoção de processos científicos de *observação e experimentação* (Barros e Lehfeld, 2000; Gil *apud* Silva e Menezes, 2001).

2.2 Pré-Concepção

Em sua pré-concepção, os primeiros estudos desta tese tinham como intenção inicial a proposição de um ambiente de simulação e predição de mercados financeiros dedicado à simulação de diversas formas de estratégias de investimento. Estas estratégias seriam gerenciadas por tecnologia de *agentes inteligentes* (Bradshaw, 1997; Franklin e Graesser, 1997) que explorariam exaustivamente o ambiente financeiro na busca de métodos otimizados de gestão de carteiras de investimento.

O objetivo geral era promover competições entre agentes inteligentes com suas respectivas estratégias de investimento, e assim identificar e enumerar formas de abordagem ao mercado financeiro em condições diversas. Estas informações, por sua vez, seriam utilizadas em programas de apresentação de mercados financeiros a pequenos investidores, bem como no aperfeiçoamento do conhecimento de investidores profissionais sobre mercados financeiros.

Contudo, a busca por modelos de simulação de mercados financeiros, com as respectivas estratégias e abordagens utilizadas na atualidade, seja por métodos matemáticos ou empíricos, resultou em informações contraditórias, sem embasamento científico, e não aplicáveis a muitas situações.

Verificou-se que a busca por uma maneira de ampliar ganhos com mercados financeiros resultaria em práticas especulativas, que originam dano social, ferindo os preceitos de *integridade intelectual e sensibilidade social* atribuídos às qualificações de um pesquisador (Silva e Menezes, 2001).

Concluiu-se que o uso ideal de instrumentos de investimento reside na compreensão de que o retorno do portfólio do investidor está associado ao crescimento dos setores produtivos que o compõem através de ações ou títulos (Seção 3.4). Ganhos anormais, por sua vez, estariam associados à chance e atitudes especulativas, onde parte do retorno ocorre pela perda de valor do portfólio de outrem: muitos perdem para poucos ganhar (Seção 3.2).

2.3 Redescoberta do Problema

Em resumo, mercados financeiros não são previsíveis, da mesma forma que ações macro-políticas de um governo, fenômenos naturais de impacto em agronegócios ou turismo, descobertas tecnológicas, e outros acontecimentos, também não o são – conforme a *Hipótese de Mercado Eficiente* (HME, Seção 3.3). Porém, existem métodos que permitem a adaptação de estratégias de investimento para necessidades individuais, com base em metas de retorno e tolerância ao risco, e que ao mesmo tempo promovem estabilidade e eficiência de mercado – são ações derivadas da *Teoria Moderna de Portfólio* (TMP, Seção 3.4).

O estudo destas duas grandes teorias trouxe nova luz ao problema original, onde a compreensão do funcionamento de mercados financeiros, seja por pessoas comuns ou investidores profissionais, é alcançável apenas através da experimentação de mercados financeiros no longo termo, seguindo conceitos da TMP.

A redescoberta do problema caracteriza-se pela necessidade de criar um simulador de mercados financeiros que atenda aos preceitos da HME, e a existência de um ambiente onde possa ocorrer o ensino dos preceitos da TMP.

2.4 Observação

Esta pesquisa utilizou um processo de *observação* das informações que envolvem o funcionamento de mercados financeiros, investigados não apenas sob a ótica da HME, mas também por métodos de análise técnica e fundamentalista (Seção 3.5).

Observar é aplicar atentamente os sentidos a um objeto para dele adquirir um conhecimento claro e preciso. É um procedimento investigativo de suma importância na Ciência, pois é através dele que se inicia o estudo dos problemas. Portanto, deve ser exata, completa, sucessiva e metódica (Barros e Lehfeld, 2000).

A observação sistemática das diversas propostas de investimento em mercados financeiros permitiu a identificação de regras de investimento racionais embasadas na HME e TMP. A Seção 4.2 apresenta linhas gerais de uma estratégia de investimento ideal, derivada das regras analisadas. Neste processo, a pesquisa buscou manter-se imparcial e avessa à interpretações.

Este processo também deu origem aos conceitos de dados quantitativos e qualitativos utilizados na geração de cenários do simulador de mercados financeiros, e também às formas de interação (simulação) e avaliação dos resultados do investidor (Capítulo 4).

2.5 Experimentação

A *experimentação* pode ser definida como um conjunto de procedimentos estabelecidos para verificação das hipóteses. A experimentação é sempre realizada em situação de laboratório, isto é, com o controle de circunstâncias e variáveis que possam inferir na relação de causa e efeito que está sendo estudada (Barros e Lehfeld, 2000).

O processo de observação permitiu a elaboração de hipóteses, cuja busca de provas por experimentação comprovou a viabilidade de simular mercados financeiros através da combinação de métodos estocásticos multivariados e sistemas baseados em conhecimento (Seção 4.3.3), uma abordagem relativamente simples se considerado as alternativas de modelos complexos e específicos encontrados na literatura.

Por experimentação também comprovou-se a adequação da estratégia recomendada, assim como o próprio método de simulação, conforme discutido no Capítulo 5.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Introdução

Por séculos, investidores de todos os tipos têm sido atraídos por oportunidades fictícias com promessas de ganhos maiores. A corrida pelo ouro cria um fenômeno conhecido como bolhas de mercado, cuja teoria de “castelos no ar” de John Maynard Keynes trata prontamente de explicar. Ao passo que muitos tentam ser o primeiro a se beneficiar com notícias recentes, o preço de ações cresce impulsionado enquanto a ilusão durar. Quando a “bolha” se rompe, castelos tombam perante suas fundações construídas em pleno ar. O preço da ação reajusta-se em queda, em obediência às expectativas frustradas e à realidade do câmbio. Resta a poucos especuladores colher o ganho por terem “batido o mercado” e vendido suas cotas antes que a ingênua e frenética multidão o fizesse.

Através da história, acadêmicos vêm tentando compreender a “loucura das massas” (Malkiel, 1999) e em como prevenir, ou ao menos minimizar, os efeitos de flutuação no mercado. Nesta busca, sofisticados modelos matemáticos e psicológicos têm sido continuamente desenvolvidos. Não obstante, o mundo acadêmico finalmente entrou em acordo de que mercados financeiros são eficientes na incorporação de informação. O consenso é de que o preço de securidades reflete toda informação disponível e, como resultado, todo esforço para competir utilizando quaisquer estratégias de investimento tendem a se auto-destruir ao longo do tempo. Esta noção é referida como a *Hipótese de Mercado Eficiente* (HME – Seção 3.3).

A HME implica que em um mercado eficiente as cotações oscilam em resposta à chegada de nova informação (*e.g.*, notícias). No entanto, novas informações entram no mercado de maneira imprevisível e portanto o preço das securidades deve seguir um *caminho aleatório* (Malkiel, 1999; Bodie, Kane e Marcus, 1996; e outros). À medida em que mercados financeiros absorvem rapidamente a nova informação, a mudança nos preços torna-se tão aleatória e imprevisível como as próprias notícias.

Hoje, a tecnologia da informação que permeia o mundo está se tornando extremamente sofisticada. Informação torna-se pública rapidamente e o corpo massivo de evidências empíricas que suportam a HME torna-se cada vez mais forte. Aqueles que não aceitam, ou simplesmente não compreendem a HME continuam a cair em armadilhas de investimento, e a especular com o próprio dinheiro. Felizmente, a diferença entre investir e especular (ou jogo de azar) está se tornando cada vez clara por força da mídia que clama por atitudes mais racionais e seguras pelos investidores.

A *Teoria Moderna de Portfólio* (TMP) reconhece a HME e provê uma base para construção de portfólios eficientes. Harry Markowitz, em seu artigo intitulado “Portfolio Selection” (1952), fez sua contribuição pioneira na área de economia financeira. Markowitz desenvolveu uma teoria para alocação de ativos em situações de incerteza, a chamada “Teoria de Escolha de Portfólio”. Esta teoria rigorosamente formulada analisa como o capital pode ser otimamente investido em ativos que diferem com relação às suas taxas de retorno esperada e risco; e em como o risco coletivo pode ser reduzido. Este conceito tornou-se uma fundação sólida para futuras pesquisas em economia financeira.

Uma segunda importante contribuição à teoria de economia financeira ocorreu quando William Sharpe (1964) seguido por John Lintner (1965) e Jan Mossim (1996) estabeleceram o Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (ou *Capital Asset Pricing Model* – CAPM). A CAPM, derivada do trabalho de Markowitz, é considerada o tronco da teoria de precificação moderna para mercados financeiros. A base da CAPM é a de que um investidor pode escolher sua exposição ao risco através de uma combinação de empréstimos e um portfólio adequadamente composto (ótimo) de securidades que tem taxa de retorno variável. Esta teoria é também amplamente utilizada em análises empíricas, tal que a abundância de dados financeiros estatísticos pode ser utilizada sistemática e eficientemente. Ainda, o modelo pode ser aplicado extensivamente em pesquisas práticas e tem se tornado um alicerce importante para o processo de tomada de decisão em diferentes áreas. Isto está relacionado ao fato de que tais estudos utilizam informações sobre o custo de capital das empresas, onde o prêmio pelo risco é um componente essencial e que pode ser combinado para determinar o valor “beta” da indústria em questão.

Ambos Markowitz e Sharpe receberam o Prêmio Nobel em 1990 conferido pela *The Royal Swedish Academy of Sciences* por suas contribuições pioneiras na *Teoria de Economia Financeira*. Estas contribuições, e muitas outras, estabelecem fundamentos para avaliação de mercados financeiros e construção de portfólios.

A HME e a TMP possuem um corpo teórico forte aliado a diversas evidências empíricas, mas perfeições matemáticas têm suas exceções no mundo real. Suas fundações dependem em eficiência de troca de informação, em racionalidade das ações de investimento e em taxas de retorno consistentes com valores esperados. Estas expectativas de retornos podem não se materializar, seja por premissas errôneas ou por eventos imprevisíveis. Neste momento, o mercado pode não agir racionalmente, falhando em compreender ou julgar a verdade trazida por eventos e notícias. Finalmente, especuladores podem encobrir informações, espalhar rumores e alterar o curso natural da eficiência do mercado, pelo menos no curto termo.

A próxima seção apresenta algumas destas loucuras especulativas e bolhas de mercado, que, por definição, carregam uma aparente irracionalidade a qual não pode ser completamente explicada pela HME, mas que pode ser evitada pela TMP. O conteúdo deve equipar o leitor com valioso conhecimento sobre as mudanças de humor em mercados financeiros.

A terceira seção deste capítulo detalha os conceitos da Hipótese de Mercado Eficiente, a competitividade entre investidores como forma de equilíbrio de mercado, os níveis de eficiência de mercado e os impactos que esta teoria traz à política de investimento de indivíduos e instituições que apostam em análises técnicas e/ou fundamentalistas para atingir retornos superiores ao mercado.

A quarta seção cobre os aspectos da Teoria Moderna de Portfólio, a qual este trabalho pretende introduzir a indivíduos via o modelo de ensino proposto. O foco em finanças pessoais implica que o público alvo possui conhecimentos limitados em finanças e em investimento, uma vez que trabalham como profissionais em outras áreas. Em oposição à maioria dos trabalhos acadêmicos que geram literatura e modelos para o próprio mundo acadêmico (e.g., estudantes de finanças), este trabalho busca aplicação direta ao público em geral, ao criar um modelo de ensino que permite desenvolver a noção de investimento no longo-termo utilizando-se de princípios simples porem efetivos.

Finalmente, a quinta seção analisa os esforços correntes sobre o ensino de mercados financeiros a indivíduos. De jogos de mercados financeiros a cursos de investimentos,

uma grande variedade de ferramentas existe para subsidiar o aprendizado em finanças pessoais. Infelizmente, o material que alcança as massas é ou muito complexo para o entendimento, ou baseado em métodos não científicos e de qualidade dúbia. Esta última seção estabelece a diferença entre as abordagens atuais e o modelo proposto, bem como a contribuição do trabalho à comunidade científica e a sociedade.

3.2 Mercados Perigosos

Burton G. Malkiel uma vez declarou: “Ganância às soltas tem sido uma característica essencial de todas as espetaculares altas de mercado na história”. Em seu livro, “*A Random Walk Down Wall Street*” (1999), cuja primeira edição foi publicada em 1973, Malkiel traz sua experiência a investidores iniciantes. Os primeiros capítulos do livro abordam diversos eventos cruciais na história financeira ao redor do mundo, com o objetivo principal de demonstrar o quão perigoso o jogo de investimento pode ser. Esta seção segue a mesma prerrogativa e retrata antigas e novas catástrofes financeiras que inúmeras referências tipicamente referem-se quando discutindo bolhas de mercado e outras loucuras especulativas. Independente de que os eventos a seguir apresentados podem ser explicados por alguma lógica de mercado, ou simplesmente categorizados como bolhas irracionais, tal comportamento anormal não pode ser ignorado e lições históricas devem ser aprendidas.

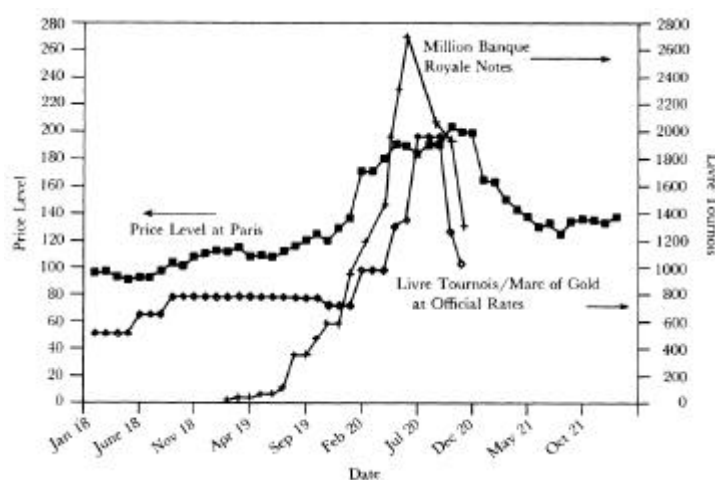
3.2.1 As Primeiras Bolhas de Mercado

Em 1593, bulbos de tulipas foram primeiramente introduzidas aos holandeses quando um professor de botânica recentemente contratado trouxe a Leyden uma coleção de plantas exóticas originais da Turquia. Então, como em muitos outros, os holandeses dominaram o mercado da tulipa desenvolvendo métodos para criar novas variações da flor. Em décadas subsequentes, as tulipas tornaram-se populares e caras nos jardins da Holanda. Os bulbos que comandavam os preços produziam magníficas flores de padrão único, sendo que as tulipas comuns eram vendidas a preços mais baixos. Em 1634 as tulipas tornaram-se um instrumento de investimento e especulação, e as cotações dos bulbos dispararam. A obsessão dos holandeses com os bulbos de tulipa, chamada de *tulipamania*, atraiu freneticamente as massas, onde muitos desfizeram-se de terras, jóias e mobília para adquirir espécimes que, teoricamente, os fariam muito mais ricos. Finalmente, em 1637, o frenesi especulativo terminou rápida e inexplicavelmente, e da noite para o dia até mesmo os bulbos mais raros não encontravam compradores. Os bulbos de tulipa tornaram-se tão valiosos quanto cebolas. Poder-se-ia pensar que aqueles que evitaram ou desistiram mais cedo do jogo conseguiriam preservar, ou talvez incrementar o patrimônio, mas a realidade foi a de uma depressão prolongada que engolfou toda a Holanda (Garber, 1989; Malkiel, 1999).

A bolha da Mares do Sul na Inglaterra e o colapso da Companhia Mississippi na França também incluem-se entre os casos bem documentados de movimentos especulativos de preço que historiadores gostam de apresentar quando discutindo bolhas de mercado. Um período continuado de crescimento pode às vezes incitar euforia aguda e otimismo excessivo aos investidores. Nos idos de 1700, um período longo de prosperidade nutriu bolhas de mercado e europeus, particularmente os britânicos, estavam ansiosos por gastar dinheiro em quaisquer oportunidades de investimento que lhes fosse apresentada. Para as mulheres britânicas, ações eram uma das únicas formas de propriedade que poderiam possuir por direito de lei e como tal não poderiam ter deixado de participar do júbilo da riqueza fácil (Garber, 1990; Malkiel, 1999).

Desde o início, a Companhia dos Mares do Sul colheu lucros ao custo de outros, enquanto informações distribuídas entre membros internos colocavam muitos na posição de adquirir ações antes de cada alta fenomenal. O preço da ação continuava crescendo agressivamente, apesar do mal gerenciamento e da fraca estrutura corporativa. O golpe fatal veio em agosto de 1720, quando os diretores e oficiais da companhia perceberam que o preço da ação era insustentável. Eles venderam suas cotas e desistiram do jogo, e quando as notícias chegaram ao mercado o preço da ação despencou.

Do outro lado do canal, a Companhia Mississippi também atraía especuladores e seu dinheiro por todo o continente. A cotação da Mississippi subiu de 100 a 2.000 em apenas dois anos, apesar de não haver nenhuma razão como base para tal incremento. Em um certo momento, o inflado valor total de mercado das cotas da Companhia Mississippi na França era oitenta vezes a soma de todo o ouro e dinheiro no país (Malkiel, 1999). Inevitavelmente as cotações despencaram em Junho de 1720, quebrando muitos investidores (Figura 3-1).



Fonte: Garber, 1990, p. 46

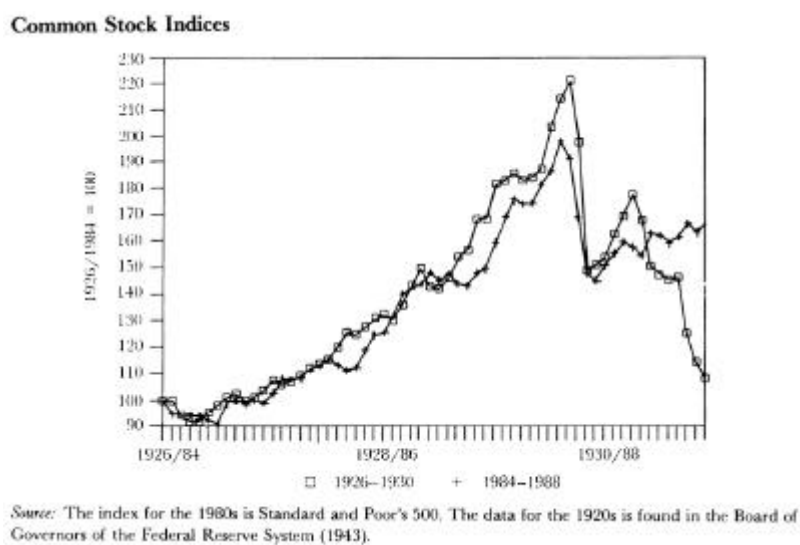
Figura 3-1. Mississippi Bubble Money and Price Data

A dinâmica financeira das Companhias Mares do Sul e Mississippi possuem notável similaridade nas formas. Cada uma envolveu uma companhia que buscou uma expansão rápida de seus documentos contábeis através de investidas corporativas e aquisição de notas de débito governamentais, financiadas através de sucessivas emissões de ações. As novas ondas de cotas da empresa eram comercializadas em preços crescentes. Os compradores da última onda arcaram com as maiores perdas quando o preço das ações caiu, sendo que alguns dos primeiros compradores obtiveram, em parte, lucros expressivos (Garber, 1990; White, 1990).

3.2.2 Bolhas Modernas

Hoje em dia, ao vislumbrarmos o mundo moderno e sofisticado, podem estas catástrofes ocorrer novamente? A resposta é sim. Uma rápida inspeção nos Estados Unidos, a nação econômica mais poderosa do mundo, revela duas das maiores quebras de mercado que a civilização conheceu. E como era de se esperar, os períodos egressos de crescimento da economia eram tidos como garantidos, e a superconfiança no mercado não poderia estar mais favorável para quedas súbitas.

Na década de 1920, investir tornou-se um passatempo nacional nos EUA. Os retornos excepcionais em mercados de ações alcançaram o clímax entre Março de 1928 e Setembro de 1929, quando o percentual de aumento do mercado igualou-se ao do período inteiro de 1923 a início de 1928. Especuladores e sua ganância ajudaram o público a construir castelos no ar. Manipulações na bolsa de valores alcançou níveis recordes para os inescrupulosos (Malkiel, 1999). Em 24 de Outubro, a famosa “quinta-feira negra”, o mercado recebeu seu primeiro golpe; e a terça feira seguinte, 29 de Outubro de 1929, marcou seu lugar como um dos dias mais catastróficos da bolsa de valores de Nova Iorque. Naquela época, a maioria dos *blue chips* (ações de empresas de peso) haviam caído 95 por cento, ou mais, quando as maiores baixas foram registradas em 1932. O colapso do mercado foi seguido por uma depressão devastadora, registrada como a maior na história dos Estados Unidos (Malkiel, 1999).



Fonte: White, 1990, p. 68

Figura 3-2. As quebras de Mercado de 1929 e 1987

A queda do mercado da NYSE de 1929 apenas se equipara em intensidade com o *crash* de 1987 (Figura 3-2). Porém as circunstâncias que originaram o *crash* de 1987 eram diferentes, uma vez que as regras em vigor na atualidade restringem esquemas especulativos. Com base nos eventos acontecidos, a queda de 1987 é mais difícil de explicar que a de 1929. Em 1929, a queda da bolsa foi seguida pela Grande Depressão, enquanto que a de 1987 foi seguida por uma contínua expansão econômica com grande crescimento nos ganhos corporativos (Siegel, 1992). Contudo, como em 1929, não houve aviso prévio, ou indícios nas notícias de que no dia seguinte ocorreria uma queda acentuada na bolsa de tal magnitude.

As décadas que precederam a queda de 1987 foram caracterizadas pelo aumento expressivo da presença de investidores institucionais no mercado cotista. Para acomodar as necessidades específicas destes grandes investidores, corretores desenvolveram serviços de câmbio programado e a indústria de futuros desenvolveu mercados de índices futuros de ações. Estas conquistas, por sua vez, levaram à criação de novas estratégias de câmbio, incluindo seguros para carteiras de investimento (Gammil e Marsh, 1988).

Quando o mercado quebrou em 19 de Outubro de 1987, os investidores entraram em pânico. A sofisticada rede de câmbio programado e outros mecanismos complexos criados para as necessidades dos investidores institucionais aprofundaram as ramificações da quebra. À medida que muitos tentavam sair do jogo, as múltiplas

demandas postadas nos sistemas de comunicação pelos programas de câmbio, e os *halts* temporários dos sistemas de computação tornaram muito mais difícil para os participantes obterem informações sobre a execução de seus pedidos e transferências de fundos. Dúvidas crescentes sobre a integridade do sistema de câmbio, checagem e mecanismos de validação exacerbaram as amarras da armadilha que ameaçava todo o sistema de mercado (Kleidon, 1992; Gammil e Marsh, 1988).

Diversos estudos têm sido conduzidos para explicar as causas e identificar as consequências da quebra de 1987 (Gammil e Marsh, 1988; Kleidon 1992; Kleidon e Walley, 1992; Malliaris e Urrutia, 1992; Siegel, 1992; Antoniou e Garret, 1993). É suficiente dizer que a especulação no mercado de futuros teve um papel crítico, e que os eventos em cascata em Tóquio, Londres, Hong Kong, Cingapura e Sidnei ajudaram a transformar os sentimentos dos investidores de prosperidade para estagnação, amplificando os efeitos do *noise trader* (Siegel, 1992).

3.2.3 A Economia Norte Americana

O atual crescimento da economia dos EUA tem-se prolongado por toda uma década. Eventos recentes sugerem que o período de prosperidade esteja sendo reavaliado, devido ao crescimento do desemprego e fortalecimento dos demais indicadores de estagnação. A conjuntura mundial também torna a economia americana ameaçada por problemas sociais e pelo fortalecimento de blocos econômicos como a União Européia. No entanto, a nação norte-americana ainda carrega o título de maior potência econômica do mundo. O momento de indefinição e cautela serve bem ao plano de controle da economia traçado por Alan Greenspan, Presidente do Banco Central americano, que há tempo pedia aos americanos que diminuíssem o entusiasmo no mercado de ações para que os erros da história não se repetissem. A desaceleração da economia iniciada no final de 2000 ainda revela uma máquina em crescimento, apenas não atingindo taxas tão surpreendentes como as obtidas na década de 1990, onde a economia conseguiu crescer mantendo as taxas de desemprego e inflação congeladas.



Fonte: Hanrahan, 2000.

Figura 3-3. A queda do E-Commerce

Neste período de euforia americana, companhias de Internet floresceram em todos os lugares da nação, motivadas pelo crescimento de usuários e por exemplos de crescimentos milionários como os obtidos pela Amazon.com e Yahoo. A fascinação dos

investidores parecia interminável e o novo modo de fazer negócios avançou para nível mundial. Contudo, a história nos ensina que o que a “Internet” é para os anos 90; é o que os “eletrônicos” foram para os anos 60 e 70; e o que a “biotecnologia” foi para os anos 80 (Malkiel, 1999). Novos estilos e modismos capturam efemeramente o interesse dos investidores à medida em que as tendências mudam ao longo do tempo e a sociedade persegue novas maneiras de explorar a vida. Crescimento é o reflexo de tal busca, e ninguém pode negar que o comércio-eletrônico encontra-se em momento favorável para fortificar-se economicamente. Infelizmente, no frenesi da Internet, companhias *dot-com* nascem e morrem em passo rápido. E apesar de que algumas delas tornar-se-ão vencedoras, a lista de *e-companies* que anunciaram demissões e/ou falência são estarrecedoras (Hanrahan, 2000), como um impiedoso aviso ao volúvel entusiasmo dos anos regressos (Figura 3-3).

3.2.4 A Economia Brasileira

O Brasil, como muitos outros países no mundo, também teve sua parcela de loucuras especulativas em seus anos passados. Em 1857, uma crise internacional originada no sistema bancário de Nova Iorque (Calomiris and Schweikart, 1991) iria arruinar os planos econômicos brasileiros idealizados pelo recém-nomeado Ministro da Economia, Visconde Souza Franco. Naquele tempo, as reservas nacionais tinham um superávit de 20 por cento, um dos maiores na história imperial. A produção de café era excelente e esperava-se que as vendas de açúcar batessem récores. Era o tempo certo para Souza Franco exercitar sua política de juros baixos e incentivar a competição entre empresas, tornando a economia brasileira mais dinâmica. O Banco do Brasil havia reduzido sua taxa de juros de 10 para 8 por cento e seis outros bancos haviam sido certificados para emissão de notas do tesouro (Caldeira, 1995).

Em 13 de novembro de 1857, o navio norte-americano *Conrad*, de Boston, aportou no Rio de Janeiro. Como carga, as primeiras notícias de uma crise de liquidez bancária que iria atemorizar mercadores e cidadãos, causando danos permanentes aos esforços de Souza Franco. Em 20 de dezembro, o *Jornal do Comércio* descrevia como pequenos poupadores contribuíram para agravar a crise ao correrem para os bancos e sacarem todo dinheiro em suas contas; baixando as reservas disponíveis no Banco do Brasil em 32 por cento. Conseqüentemente, a taxa de juros subiu 12 por cento, acompanhada por uma queda nas taxas de câmbio, afetando balança de exportação (Caldeira, 1995). Discórdias posteriores entre Souza Franco e membros conservadores do Banco do Brasil tornou impossível para o Ministro reparar os estragos em sua política monetária original.

Quase um século depois, o Brasil foi confrontado com outra onda especulativa, desta vez uma típica formação de “castelos no ar” em mercados financeiros. Nos anos 60, mercados financeiros apresentavam grande performance, sendo constantemente divulgados em propagandas e na mídia. Muitos brasileiros acreditaram nas promessas de retorno fácil, e mergulharam nos mercados financeiros com a ilusão de ficarem ricos em operações de curto termo de compra e venda. O resultado foi o a espetacular alta no mercado financeiro brasileiro de 1971. Inúmeras cotas foram facilmente colocadas no mercado, independente da qualidade do emissor ou da companhia. Em meados de 1971, autoridades governamentais passaram a recomendar cautela aos investidores, argumentando que não havia razões técnicas para que o mercado continuasse com o entusiasmo. O resultado foi um prolongado período de declínio nos preços das ações que iria terminar apenas em 1973. O índice da bolsa de valores do Rio de Janeiro (IBV) depois de ter crescido de 790 para 4.908 pontos em junho de 1971, caiu para 1.613

pontos em Março de 1963, uma perda de 66 por cento para investidores (Caldeira, 1995). Ao final, restaram investidores incrédulos, que tomaram grandes perdas sem ao menos entender o que os atingiu. Investidores e atravessadores engajaram-se em amargas discussões devido ao fraco controle que as agências governamentais tinham sobre os negócios de securidades. Por muitos anos, a falta de confiança afastou investidores do mercado financeiro, até recentemente.

Hoje, uma série de fatores está atraindo a atenção do público para mercados financeiros. O Plano Real promoveu mudanças significativas na estrutura de poupança e consumo dos brasileiros. Estas mudanças representam um deslocamento na preferência do investidor de contratos de juros fixos e seguros para instrumentos de investimento mais arriscados como securidades (CVM Publicações e Artigos, 1998). Assumir mais riscos tornou-se uma escolha ideal para investidores na estável economia que o Brasil tem experimentado desde 1994, quando o Plano Real foi implantado.

O Brasil transformou-se de crise monetária para entusiasmo de investidores mas rápido do que qualquer uma das casualidades mais recentes, incluindo o México e algumas das economias Asiáticas. O mercado de ações cresceu mesmo no desdobramento de uma crise de débito que abalou o Tesouro Nacional. Em verdade, o novo Presidente do Banco Central justificou a crença de que havia experiência e julgamento em ação (Dornbusch, 1999). No fim do ano 2000, inflação reduzida, taxas de juros em declínio, o programa de privatização do governo, e a recente recuperação no PIB são fatores positivos que instigam confiança em investidores locais e estrangeiros.

No entanto, otimismo excessivo já cegou investidores que no calor do momento colocam todos os ovos na proverbial cesta. Brasil está longe de ser um porto seguro, se é que tal conceito existe em mercados financeiros. Problemas atuais como a crise na Argentina e a reavaliação das políticas sócio-econômicas no mundo podem ainda causar incerteza e instabilidade no mercado, mesmo sob o escrutínio do Banco Central.

Felizmente, a superavaliação da moeda não é mais uma preocupação. A mega depreciação no início de 1999 retardou os medos de inflação, e corrigiu a moeda superavaliada e o crescimento artificial de volta à realidade. Por outro lado, o Brasil ainda necessita de trabalho em sua situação fiscal e consolidação do débito, pilotando a economia com horizontes amplos e focalizando nos determinantes reais de prosperidade (Dornbusch 1996, 1997 e 1999).

3.2.5 Considerações

Um ponto comum na “loucura das massas” revista nos casos das seções anteriores, é que muitos indivíduos começam a apostar não apenas seus superávits pessoais, mas também os recursos chaves essenciais para preservar seu próprio patrimônio. O pensamento de tornar-se rico rapidamente constantemente prevalece sobre o bom senso, no que se refere às massas. Estas estão ansiosas por obterem altos retornos, mas não conseguem julgar o risco ao qual estão sujeitas. Risco, e apenas o risco, determina o grau com o qual os retornos serão altos ou baixos. Quando o mercado entra em colapso, o pânico irracional prolifera porque muitos não têm idéia do que está acontecendo, não possuem planejamento de longo termo, e não estão ancorados em carteiras de investimento que minimizam os efeitos das flutuações. As consequências são movimentos irracionais de mercado que aparentemente desafiam a noção de mercados eficientes e racionais. Contudo, no fim, e em todos os casos, o mercado inexoravelmente corrige a si mesmo.

Anomalias podem amontar-se, mercados podem tornar-se irracionalmente otimista, e freqüentemente atrair investidores desavisados. Mas eventualmente, o valor verdadeiro é reconhecido pelo mercado, e esta é a maior lição que investidores devem aprender (Malkiel, 1999).

3.3 Mercados Eficientes

Uma das primeiras aplicações de computadores em Economia nos anos 50 foi a análise de séries temporais econômicas. A escolha natural, foi o estudo da variação dos preços de ações em mercados financeiros. Maurice Kendall (1953) revelou, em contradição à expectativas de muitos economistas, que nenhum padrão identificável, associado ou não a ciclos de negócios, foi encontrado para permitir a predição de preços de ações. As chances de um movimento de crescimento eram tão boas quanto de uma queda na cotação.

Uma interpretação dos resultados de Kendall esclarece que a aparente irracionalidade do comportamento dos preços revelam, de fato, a existência de um mercado eficiente cujas flutuações são na verdade uma rápida resposta à incorporação de novas informações, por sua vez provenientes de eventos aleatórios.

Análises subseqüentes deram início ao corpo de uma teoria hoje conhecida como Hipótese de Mercado Eficiente (em inglês, *Efficient Market Hypothesis*).

3.3.1 Hipótese de Mercado Eficiente

A essência da Hipótese de Mercado Eficiente é a noção de que os preços das ações estão sempre em equilíbrio e de que é impossível um investidor consistentemente “bater o mercado”. O equilíbrio das ações é obtido através da rápida absorção da nova informação pelo mercado de ações. O salto para a nova cotação é usualmente breve e direcional, cujo sentido e dimensão é definido pela natureza, positiva ou negativa, e relevância, pequena ou grande, da notícia. A interpretação da nova informação é feita por analistas profissionais, altamente treinados, cuja competitividade nas operações de câmbio promove a estabilidade do mercado.

Em tempos de tecnologia de informação, a capacidade e necessidade dos grandes fundos e instituições de investimento de manterem portfólios com taxas de retorno atrativas a investidores, torna o mercado de ações extremamente competitivo. Pequenas frações de aumento na performance do fundo representam o ganho de grandes somas de dinheiro, em função do porte do fundo que muitas vezes está na faixa de dezenas de bilhões de reais. Portanto, existe a disposição do uso de muitos recursos em analistas de indústria, suporte computacional e esforço em pesquisas, o que torna a cotação da ação extremamente equilibrada, no que se refere à incorporação do conhecimento presente e à absorção de conhecimento futuro.

3.3.2 Níveis de Eficiência de Mercado

Mercados financeiros são classificados quanto a sua eficiência com base na rapidez e abrangência das informações que são incorporadas ao preço da ação. Economistas distinguem três formas da HME (como em Bodie, Kane and Marcus, 1996; Brigham, Gapenski and Ehrhardt, 1999; Malkiel, 1999; e outros):

- **Forma Fraca:** Os preços das ações refletem toda a informação que pode ser derivada ao se examinar dados de câmbio do mercado como as séries históricas

das cotações, volume de transação e/ou taxas de juros. Esta versão da hipótese implica que análise de tendências é inútil, porque os dados históricos, que estão disponíveis ao público, já foram analisados e considerados no preço corrente da ação;

- **Forma Semi-Forte:** Neste nível de eficiência, toda a informação pública disponível com relação aos prospectos das empresas já está considerada nos preços das ações. Isto inclui informações históricas (forma fraca), dados fundamentais sobre a linha de produção da empresa, qualidade de gerenciamento, composição dos documentos contábeis (*e.g.*, balancetes), previsão de ganhos e práticas financeiras;
- **Forma Forte:** A eficiência máxima de mercado afirma que toda a informação relevante para a empresa já se encontra refletida no preço da ação; incluindo informação interna, disponível apenas aos funcionários da empresa. Esta versão da hipótese é altamente restritiva e para existir em um mercado financeiro requer que o órgão que o regulamenta tenha absoluto controle para impedir a existência de benefícios unilaterais ou manipulação de cotações com base em informação ainda não veiculada ao público.

O pilar que sustenta a eficiência do mercado é a disponibilidade da informação para investidores, cuja análise crítica determina cotações transformando informação em conhecimento. Ao redor do globo, existem mercados financeiros cujo funcionamento oscila entre os diversos níveis de eficiência de mercado. É natural conceber que em locais onde a política de controle e imposição das leis de câmbio é deficiente, alguns investidores podem desafiar a eficiência do mercado e se beneficiar da latência na incorporação da informação ao preço da ação. Porém, esta especulação funciona apenas no curtíssimo prazo, e com o desenvolvimento e popularização de tecnologias de informação, este tipo de comportamento torna-se cada vez mais inviável.

3.3.3 Implicações da Teoria

As políticas de investimento atuais têm como base duas grandes correntes de estratégias de análise de mercado e investimento: análise técnica e análise fundamentalista.

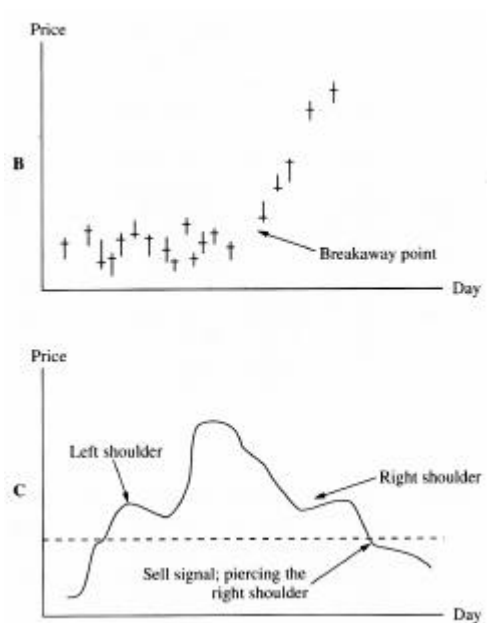
A análise técnica é a busca por padrões recorrentes e/ou predizíveis em preços de ações. A premissa básica é que a seqüência de flutuações no preço de uma ação antes de um determinado momento é importante para definir o movimento da cotação nos momentos seguintes. O analista técnico busca por indicações nas séries temporais de curto termo que sinalize um movimento de crescimento ou de queda para então agir comprando ou vendendo ações apropriadamente (Figura 3-4).

A Hipótese de Mercado Eficiente é uma contraposição à análise técnica porque afirma que a resposta do mercado à nova informação é por demais rápida para que um investidor consiga, consistentemente, manter taxas de retorno acima do mercado. Existe uma formidável uniformidade nas conclusões de estudos científicos que revelam que metodologias de análise técnica não podem ser utilizadas como estratégias úteis de investimento (Malkiel, 1999).

Um mercado financeiro funcionando na forma fraca da HME é suficiente para impedir o sucesso de analistas técnicos. O raciocínio elementar da eficiência de mercado torna claro que caso a estratégia destes analistas garantisse bons resultados, a prática estender-se-ia pelo mercado até que o público, ao adotar esta política de investimento, tornaria-a

ineficaz. Portanto, assume-se que a qualquer momento toda e qualquer informação sobre séries históricas de preços já está considerada nas cotações do mercado.

A análise fundamentalista utiliza as perspectivas de ganhos e dividendos da empresa, expectativas de taxas de juros futuras e avaliação de risco da firma para determinar o preço das ações. Essencialmente, é a tentativa de determinar o valor presente de todos os pagamentos que um cotista receberia por suas ações, descontado pelas taxas de juros. A compra de uma ação seria recomendada caso o valor calculado fosse superior ao valor de mercado.



Fonte: Bodie, Kane e Marcus, 1998, p. 343

Figura 3-4. Padrões de análise técnica

A Hipótese de Mercado Eficiente opõe-se à análise fundamentalista no nível semi-forte de eficiência de mercado, porque uma vez que um analista baseia-se em informações públicas como ganhos e situação da indústria, sua avaliação será aproximada a de outros analistas profissionais. Como resultado, inicia-se uma competição através de pesquisa e modelos de simulação que gerem informações alheias à concorrência. Na eficiência de mercado as novas informações tem um tempo de vida breve, até que seja incorporada ao preço da ação. Em última instância, os métodos fundamentalistas acabam tornando-se extremamente particularizados, de difícil aplicação e possivelmente inviáveis de manter-se por períodos mais prolongados de tempo.

Em 1976, Benjamin Graham, conhecido como o pai da análise fundamentalista de securidades, chegou à conclusão de que a análise fundamentalista não era mais uma ferramenta que produzisse resultados superiores em investimentos. A conclusão era que mesmo esforços extensivos nesta metodologia não conseguiriam construir carteiras de investimento superiores a ponto de justificar os recursos e custos envolvidos na operação. Além de Graham, Peter Lynch e o legendário Warren Buffet admitiram que, para a maioria dos investidores, fundos de índices (passivos) seriam uma opção melhor que fundos gerenciados ativamente através de métodos fundamentalistas (Malkiel, 1999).

3.3.4 Considerações

Em um mercado altamente eficiente, o investidor passivo que usualmente não se encontra em situações de busca por cotações sub ou supervaloradas, terá à sua frente um padrão de preços de mercado que torna uma ação tão boa ou ruim quanto qualquer outra. Para o investidor passivo, o acaso é um método tão bom quanto qualquer outro (Samuelson, 1967).

Na perspectiva da eficiência do mercado, o equilíbrio continuará a existir e as ações incorporarão o conhecimento sobre o mercado apenas se investidores continuarem a absorver estas informações e repassarem suas críticas para o preço da ação. Enquanto é ponto passivo que as grandes instituições de investimento seguramente estarão monitorando o mercado e competindo entre si, resta ao pequeno investidor a adoção de uma postura que permita alcançar suas metas financeiras, buscando uma exposição reduzida aos efeitos da competitividade entre os grandes investidores. A solução para estes indivíduos é o uso da Teoria Moderna de Portfólio.

3.4 Teoria Moderna de Portfólio

Um investidor é um indivíduo que está disposto a abdicar o consumo hoje para alcançar a meta de um nível maior de consumo no futuro (Levy 1999). O ato de investir é a busca por veículos e estratégias de investimento adequadas para alcançar estas metas. A Teoria Moderna de Portfólio, centrada na relação entre risco e retorno, foi concebida no mundo acadêmico, entre economistas e estatísticos, na busca da chave para dominar o caos dos mercados financeiros. Esta, é considerada a nova tecnologia de investimento.

3.4.1 Retorno

Retorno é a referência absoluta ou relativa associada à diferença entre a meta de consumo alcançada no futuro e o consumo abdicado no presente. O conceito de retorno fornece ao investidor uma conveniente maneira de expressar a performance financeira do investimento.

Em termos absolutos, ou monetários, o retorno em cifras é simplesmente o valor total recebido ao fim da operação de investimento, subtraído do valor investido:

Equação 3.1. Retorno absoluto

$$\text{retorno absoluto} = \text{quantia recebida} - \text{quantia investida}$$

No entanto, é o retorno relativo que é mais frequentemente utilizado, também chamado de taxa ou percentual de retorno. A taxa de retorno é uma forma de padronização considerando a quantia de retorno por unidade de investimento:

Equação 3.2. Taxa de retorno

$$\text{taxa de retorno} = \frac{\text{quantia recebida} - \text{quantia investida}}{\text{quantia investida}}$$

Investimentos em ativos financeiros que possuem risco agregado, a quantia a ser recebida nem sempre é conhecida *a priori*. A taxa de retorno pode então ser calculada como o valor esperado da taxa de retorno r :

Equação 3.3. Quantia recebida como valor esperado

$$E(r) = \frac{E(\text{quantia recebida}) - \text{quantia investida}}{\text{quantia investida}}$$

O risco associado ao investimento é mensurável estatisticamente como o desvio padrão da distribuição de probabilidade de $E(r)$, ou s_r .

3.4.2 Risco e Aversão ao Risco

O conceito de risco para o investidor comum vai além do simples rigor estatístico. A TMP assume que o investidor racional busca maximizar o retorno e minimizar o risco. Este indivíduo é classificado como investidor *averso ao risco*, porque penaliza o valor esperado de retorno de um portfólio sujeito a risco por uma certa percentagem para cada unidade de risco que é agregada ao portfólio.

Esta noção é formalizada através de uma função de utilidade que define uma família de curvas no espaço risco \times retorno onde a preferência entre ativos em uma curva é indiferente:

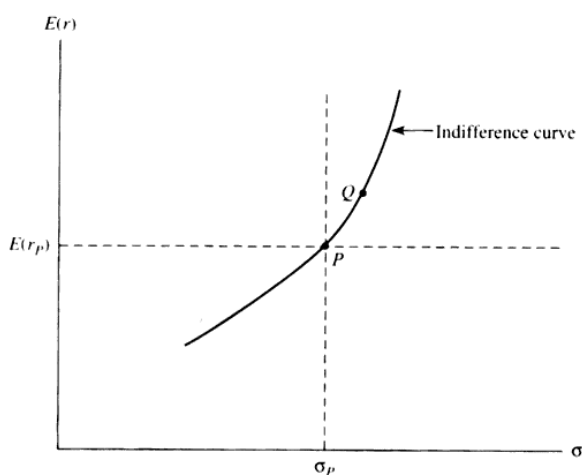
Equação 3.4. Função utilidade

$$U = E(r) - .005A s^2$$

onde U é o valor de utilidade, A é o índice de aversão do investidor, e o fator .005 é uma convenção de escala utilizada na maioria dos exemplos acadêmicos.

Fonte: Bodie, Kane e Marcus 1999, p. 146.

A função U de utilidade é dita uma família de funções porque revela as curvas de utilidade para diferentes situações de opções de investimento (e.g., ativos financeiros), ou seja, diferentes combinações de $E(r)$, s_r e A (Figura 3-1).



Fonte: Bodie, Kane e Marcus 1999, p. 149

Figura 3-5. Função de Utilidade e Curva de Indiferença

A curva de indiferença determina o conjunto de opções de investimento que é indiferente para o investidor em termos de risco e retorno. Na curva apresentada na Figura 3-5, o valor de utilidade permanece o mesmo para P e Q , ou seja, a preferência de investimento é a mesma para ambos os ativos porque o investidor sabe que, por exemplo, para investir em Q ele terá que assumir um risco maior do que em P .

A existência de uma função de utilidade é hipotética e na prática a curva de indiferença pode assumir qualquer forma subjetiva às preferências e particularidades de cada investidor.

3.4.3 Matemática de Portfólio

O valor esperado de retorno para um determinada opção de investimento é soma das possíveis taxas de retorno ponderadas pela probabilidade de ocorrerem (Equação 3.5).

Equação 3.5. Retorno esperado

$$E(r) = \sum_s \Pr(S) \cdot r_s$$

onde S é um cenário possível de retorno no futuro, $\Pr(S)$ é a probabilidade deste cenário ocorrer, e r_s é a taxa de retorno do cenário S .

Fonte: Bodie, Kane e Marcus 1999, p. 150.

O risco, estimado como a variância (ou desvio padrão) da opção de investimento é o valor esperado do desvio quadrático do retorno esperado (Equação 3.6):

Equação 3.6. Risco esperado

$$s^2 = \sum_s \Pr(S) \cdot [r_s - E(r)]^2$$

Fonte: Bodie, Kane e Marcus 1999, p. 151.

Considere o mercado da soja no Brasil e o preço da ação da empresa *BifeVerde* que se utiliza da soja como insumo de produção. Para esta ação, as alternativas de taxa de retorno anual e probabilidades estão descritas na Tabela 3.1. Nos anos em que o cultivo da soja sofre por rigores do clima (*i.e.*, ano anormal), a empresa tem seus custos ampliados e sofre perdas consideráveis. Nos demais anos, as oscilações na oferta da soja e na demanda dos produtos *BifeVerde* podem aumentar (*i.e.*, crescimento) ou reduzir (*i.e.*, estagnação) os lucros, seguindo um caminho aleatório.

Tabela 3.1. Espaço amostral para o retorno esperado da empresa *BifeVerde*

	<u>ano normal para <i>BifeVerde</i>²</u>		<u>ano anormal</u>
	crescimento	estagnação	crise
probabilidade	0,5	0,3	0,2
taxa de retorno	28%	12%	4%

O retorno esperado para este investimento é calculado como:

$$E(r_{BifeVerde}) = 0,5 \times 28 + 0,3 \times 12 + 0,2 \times 4$$

$$E(r_{BifeVerde}) = 14 + 3,6 + 0,8 = 18,4\%$$

² Este exemplo é utilizado apenas para apresentar os cálculos para valor esperado de retorno e risco. Os números informados são ilustrativos.

E o risco (variância ou desvio padrão) associado ao investimento é:

$$s_{BifeVerde}^2 = 0,5(28 - 18,4)^2 + 0,3(12 - 18,4)^2 + 0,2(4 - 18,4)^2$$

$$s_{BifeVerde}^2 = 46,08 + 12,29 + 41,47 = 99,84$$

$$s_{BifeVerde} = \sqrt{99,84} = 9,99\%$$

Em uma segunda análise, considere a soja como uma *commodity* em agronegócios. Em anos de crise para a *BifeVerde*, as taxas de retorno são altas porque o preço dos contratos das sacas de soja sobem devido à escassez do produto no mercado. Nos demais anos, o retorno nas sacas acaba sendo menor, como ilustrado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Espaço amostral da empresa *BifeVerde* relacionado ao retorno na saca da soja

	ano normal para <i>BifeVerde</i>		ano anormal
	crescimento	estagnação	crise
probabilidade	0,5	0,3	0,2
taxa de retorno (soja)	12%	8%	26%

A taxa de retorno esperada e o risco de investir em sacas de soja são:

$$E(soja) = 0,5 \times 12 + 0,3 \times 8 + 0,2 \times 26 = 13,6\%$$

$$s_{soja}^2 = 0,5 \times (12 - 13,6)^2 + 0,3 \times (8 - 13,6)^2 + 0,2 \times (26 - 13,6)^2 = 41,44$$

$$s_{soja} = \sqrt{41,44} = 6,44\%$$

Comparando ambas as opções de investimento, é incerto afirmar em qual o investidor deve alocar seus recursos. Apesar de o retorno esperado da empresa *BifeVerde* ser superior ao das sacas de soja; o risco para investir neste ativo é também maior.

Um critério arbitrário de investimento é alocar metade do capital na empresa e a outra metade na *commodity*, compondo um portfólio com dois ativos financeiros. O valor esperado de retorno deste portfólio p é calculado como:

$$E(p) = 50\% \times E(BifeVerde) + 50\% \times E(soja)$$

$$E(p) = 50\% \times 18,4 + 50\% \times 13,6 = 16\%$$

O risco do portfólio é derivado da composição do risco esperado de ambos os ativos financeiros. Esta composição requer a fórmula da covariância entre duas variáveis aleatórias, descrita na Equação 3.7.

Equação 3.7. Cálculo de covariância entre duas variáveis aleatórias r_A e r_B .

$$Cov(r_A, r_B) = \sum_s \Pr(s) [r_A(s) - E(r_A)] [r_B(s) - E(r_B)]$$

onde A e B são as duas variáveis aleatórias dos retornos esperados dos ativos financeiros que compõem o portfólio.

Fonte: Bodie, Kane e Marcus 1999, p. 153.

O risco do portfólio p é calculado como:

$$\begin{aligned} s_p^2 &= 50\%^2 \times s_{BifeVerde}^2 + 50\%^2 \times s_{soja}^2 + 2 \times 50\% \times 50\% \times Cov(r_{BifeVerde}, r_{soja}) \\ s_p^2 &= 0,25 \times 99,84 + 0,25 \times 41,44 + 0,5 \times -32,64 = 19 \\ s_p &= \sqrt{19} = 4,36\% \end{aligned}$$

Ao combinar ambos os ativos financeiros em um portfólio, o investidor criou um novo ativo financeiro no espaço de opções investimento (*i.e.*, o portfólio P) cujo valor esperado de retorno é maior do que o do ativo mais seguro (*i.e.*, as sacas de soja), e o risco é inferior a ambos os ativos da composição.

Um análise mais detalhada revela que a covariância negativa entre os ativos que compõem o portfólio é a responsável pelo aumento no retorno e redução no risco. Investir em um ativo com um padrão de retorno que reduz a exposição do portfólio a uma fonte particular de risco é chamado de *hedging* (Levy 1999).

3.4.4 Risco do Portfólio e Diversificação

A taxa de retorno de um portfólio é a média ponderada das taxas de retorno de cada ativo que compõem o portfólio, com as proporções de alocação dos ativos como peso, descrita na Equação 3.8 (generalização para portfólio com múltiplos ativos):

Equação 3.8. Retorno esperado do portfólio p com n ativos financeiros

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i)$$

onde $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, n é o número de ativos no portfólio, w_i é a ponderação (peso), e $E(r_i)$ o retorno esperado do i -ésimo ativo que compõe o portfólio.

Fonte: Levy 1999, p. 220.

O risco de um portfólio é medido como a variância do portfólio derivado da composição das n variáveis aleatórias que compõem a carteira (*i.e.*, o retorno esperado em cada ativo). O cálculo da variância está descrito na Equação 3.9 (generalização para portfólio com múltiplos ativos).

Equação 3.9. Risco (variância) do portfólio p com n ativos financeiros

$$s_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j s_{i,j}$$

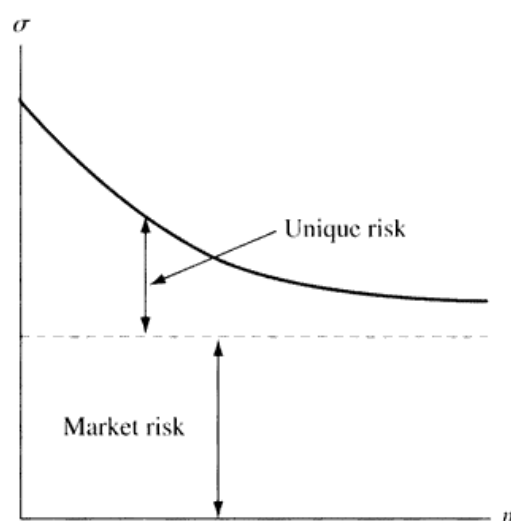
onde $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, n é o número de ativos no portfólio, w_i e w_j são a ponderação (peso), e $s_{i,j}$ a covariância entre o i -ésimo e o j -ésimo ativo que compõem o portfólio (*i.e.*, $Cov(r_i, r_j)$) conforme descrito na Equação 3.7); caso $i = j$, a covariância torna-se a própria variância do ativo.

A natureza do risco de um portfólio pode ser compreendida observando-se a covariância entre dois ativos que compõem o portfólio. Esta covariância mede os “co-movimentos”, ou graus de dependência, das taxas de retorno de dois ativos. Se as taxas de retorno de um ativo tendem a subir e descer em conjunto, estes possuem uma covariância positiva. Se as taxas de retorno dos ativos movimentam-se em sentidos opostos, estes possuem

uma covariância negativa (Levy 1999); como é o caso dos ativos da *BifeVerde* e da saca de soja no exemplo anterior.

Compor um portfólio com múltiplos ativos é chamado de diversificação. Esta diversificação permite reduzir o risco do portfólio. Contudo, mesmo que um grande número de seguridades seja incluído no portfólio, não é possível eliminar o risco completamente. Uma vez que todas as seguridades são afetadas por fatores macroeconômicos comuns, não se pode eliminar ou diversificar a exposição a estas fontes de risco. Por exemplo, se todos os ativos são afetados por ciclo de negócio, é impossível evitar a exposição ao risco do ciclo de negócio, indiferente de quantos ativos são incorporados ao portfólio (Bodi, Kane e Marcus, 1999).

A parte do risco que pode ser diversificada através da composição de múltiplos ativos é chamada de risco específico à firma. A parte do risco que não pode ser diversificada, porque afeta a todas as seguridades, é chamada de risco do mercado (Bodi, Kane e Marcus, 1999).

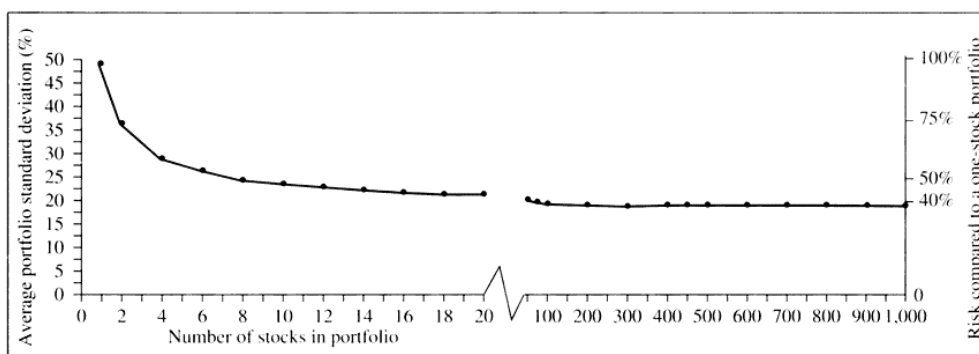


Fonte: Bodie, Kane e Marcus, 1999, p. 194

Figura 3-6. Risco do portfólio como função do número de ativos

A Figura 3-6 ilustra o risco do portfólio como função do número de ativos que são incorporados à carteira. Ao passo que mais ativos são agregados ao portfólio, o risco total diminui até um limite, que é definido pela parte do risco que pode ser diversificado. Quando n tende para infinito (ou todos os ativos do mercado), o risco resultante é o risco do mercado, ou risco sistemático.

A Figura 3-7 apresenta a assíntota de redução do risco através da incorporação sucessiva de ativos ao portfólio, calculada com dados reais do mercado financeiro americano. A média de risco do portfólio que iniciou em 49,2% decaiu para 19,2% com a agregação do último ativo. No limite, ocorreu uma redução de 60% do risco inicial.



Fonte: Bodie, Kane e Marcus, 1999, p. 194; original de Elton e Gruber, *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, 1998, p. 35.

Figura 3-7. Diversificação de portfólio no mercado americano

3.4.5 Alocação de Ativos

A alocação de ativos é a decisão de como direcionar os recursos de um investidor em ativos no mercado financeiro. O mercado financeiro é amplo em instrumentos de investimento, cada um com características próprias, taxas de retorno e risco associado. Um dos instrumentos chave para a TMP e técnicas de alocação de ativos são os ativos livres de risco.

Um ativo livre de risco é aquele cujo risco associado ao retorno do investimento é zero. É comum utilizar notas do governo de curto prazo, cuja natureza é insensível à flutuações na taxa de juros, como o ativo livre de risco (Bodie, Kane e Marcus, 1999). No Brasil, como em outros países, investidores têm disponível uma ampla variedade de instrumentos de curto prazo que podem ser alocados para reduzir o risco de sua carteira de investimento³.

Considere o portfólio P resultante do exemplo anterior do mercado da soja, onde $E(r_p) = 16\%$ e o risco $s_p = 4,36\%$. Seja o ativo livre de risco F cuja taxa de retorno é $r_f = 7\%$, e naturalmente $s_f = 0\%$. Para os possíveis valores esperados de retorno e risco na alocação de capital entre ambos os ativos, obtém-se uma linha reta entre P e F , utilizando a proporção y como o peso associado ao ativo sujeito a risco P . A Equação 3.10 descreve a reta $E(r_A)$ por s_A ilustrada na Figura 3-8. Esta linha de possibilidades de alocação dos ativos financeiros é chamada de linha de alocação de capital (ou *capital allocation line* – CAL).

Equação 3.10. Retorno esperado da CAL

$$E(r_A) = yE(r_p) + (1 - y)r_f = r_f + y[E(r_p) - r_f]$$

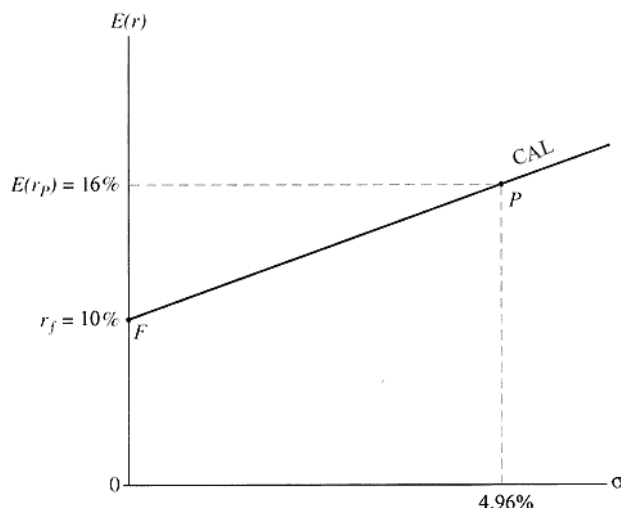
onde $0 \leq y \leq 1$.

Equação 3.11. Risco da CAL

$$s_A = y s_p$$

onde $0 \leq y \leq 1$, e o risco de F é desconsiderado por ser o ativo livre de risco.

³ Fortuna 2000, descreve exaustivamente o mercado financeiro brasileiro, seus produtos e serviços. Referências de ativos livres de risco, com suas maturidades, prazos de pagamento e valor nominal são apresentadas no livro, incluindo NTN, LFT, LTN, CTN, CFT, CDB/RDB, CDI e outros.



Fonte: Adaptado de Bodie, Kane e Marcus, 1999, p. 177.

Figura 3-8. Combinações de retorno esperado e risco para a CAL

Uma importante medida da CAL é coeficiente angular S (Equação 3.12), que define o acréscimo no retorno esperado do portfólio por unidade adicional de desvio padrão, ou seja, a medida do retorno extra (*i.e.*, prêmio) por unidade de risco.

Equação 3.12. Prêmio por unidade de risco na CAL

$$S = \frac{E(r_p) - r_f}{s_p}$$

Fonte: Bodie, Kane e Marcus, p. 177.

No exemplo do portfólio P derivado de ativos do mercado de soja, suponha que o investidor tem como meta para sua carteira de investimento a taxa de retorno de 14%. Este valor pode ser obtido incluindo F na carteira A com 1/3 de participação, conforme os seguintes cálculos derivados da Equação 3.10:

$$\begin{aligned} E(r_A) &= r_f + y[E(r_p) - r_f] \\ 14 &= 10 + y[16 - 10] \\ y &= \frac{14 - 10}{16 - 10} = \frac{2}{3} \end{aligned}$$

Para que um retorno de 14% na carteira de investimento A seja obtido, 2/3 do capital do investidor devem ser alocados para o ativo P , e consequentemente 1/3 para F .

O risco de investimento inicial decai de 4,96% para 3,31%, conforme a aplicação da Equação 3.11:

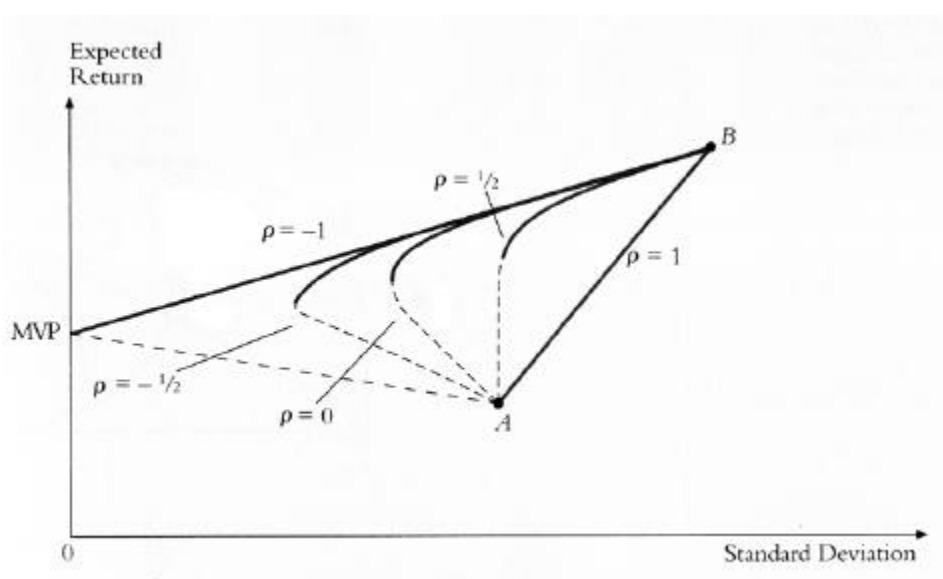
$$s_A = y s_P = \frac{2}{3} 4,96 = 3,31\%$$

3.4.6 Seleção de Portfólio

O processo de seleção em um portfólio pode ser dividido em dois estágios. O primeiro estágio começa com observação e experimentação, terminando com crenças sobre performances futuras. O segundo estágio começa com as crenças relevantes sobre performance futura e termina com a escolha do portfólio (Markowitz, 1952).

Nas seções anteriores foi apresentada a formulação matemática da academia para representação das crenças de performance futuras. Esta formulação inclui o conceito de retorno esperado (Equação 3.5) e risco (Equação 3.6). O trabalho de Markowitz aborda a etapa seguinte, em um modelo para maximizar o valor descontado de retornos futuros.

O risco de um portfólio é calculado através da composição do risco das variáveis aleatórias de cada ativo, ponderadas por um vetor de pesos w (Equação 3.9). A covariância (ou correlação) entre os pares de ativos da carteira de investimento tem um papel importante no deslocamento ou redução do risco (*i.e.*, *hedging*). Se a correlação for positiva perfeita (*i.e.*, $+1$), a combinação dos ativos define o risco como uma relação linear entre os ativos de menor e maior risco. Se a correlação for negativa perfeita (*i.e.*, -1), existe um vetor w , $w_1 = y$ e $w_2 = (1 - y)$, que forma um portfólio de variância mínima (MVP⁴) cujo risco resultante é zero. Demais valores para correlação definem oportunidades de investimento dentro do espaço compreendido entre as carteiras obtidas pelos valores de correlação perfeita (Figura 3-9).

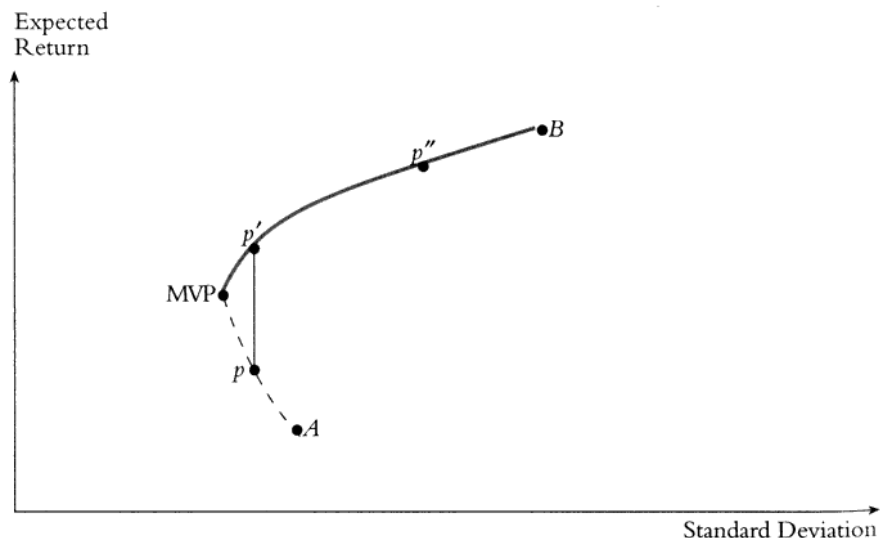


Fonte: Levy 1999, p. 271

Figura 3-9. O impacto da correlação na combinação de dois ativos financeiros

O conjunto das oportunidades de investimento na combinação de dois ativos A e B é denominado de fronteira meso-variante (*mean variance frontier*). Nesta fronteira é comum encontrar um portfólio p' que, para uma mesma variância, possui retorno médio superior ao de outro portfólio p do mesmo conjunto. Esta relação implica que p' domina p . Na Figura 3-9 os portfólios dominantes, ou eficientes, compõem a linha contínua, enquanto que a linha pontilhada define os portfólios dominados, ou ineficientes. A Figura 3-10 exemplifica a relação de dominação entre p e p' , onde a superfície eficiente encontra-se destacada em linha contínua, compreendida entre o portfólio de variância mínima (MVP) e o ativo financeiro B .

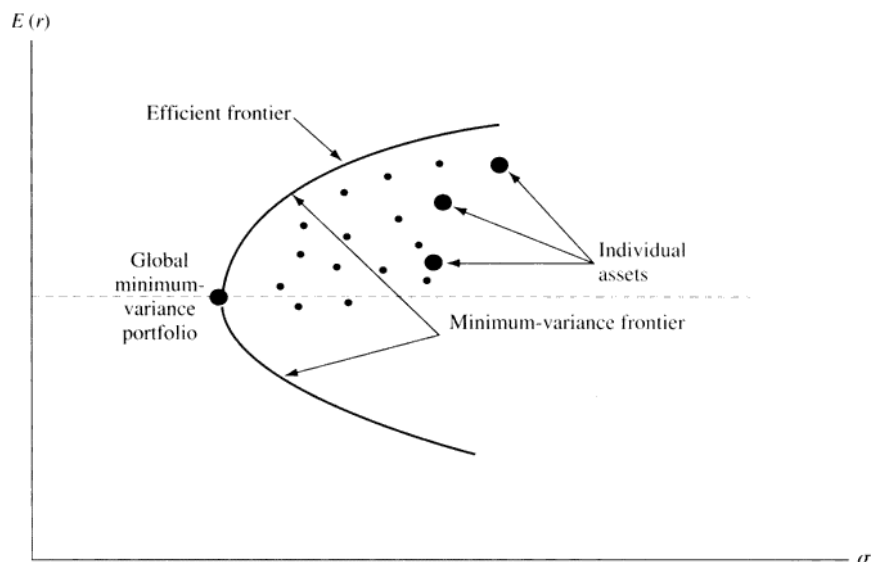
⁴ MVP ou *minimum variance portfolio* é aquele que possui a menor variância, quando da composição de dois ativos financeiros A e B . Se a correlação entre A e B é -1 , então MVP é sempre zero. Se a correlação entre A e B é $+1$, então MVP é igual ao ativo (A ou B) que tiver menor variância (Levy 1999).



Fonte: Levy 1999, p. 268

Figura 3-10. Combinações eficientes e ineficientes de portfólios com dois ativos

Considere um mercado financeiro como a bolsa de valores NYSE, NASDA, BOVESPA ou BVRJ. Nestas instituições existem centenas de ativos financeiros sujeitos a risco que podem ser combinados de diferentes formas para a criação de portfólios. Combinações com múltiplos ativos geram portfólios eficientes e ineficientes. Em 1952, Harry Markowitz ao estudar estas combinações verificou a existência de um espaço onde em seus limites existiam portfólios que, do ponto de vista do mercado, não eram dominados por nenhum outro portfólio. A este conjunto de portfólios foi denominado de fronteira eficiente do mercado, que situa-se acima do MVP global (Figura 3-11).

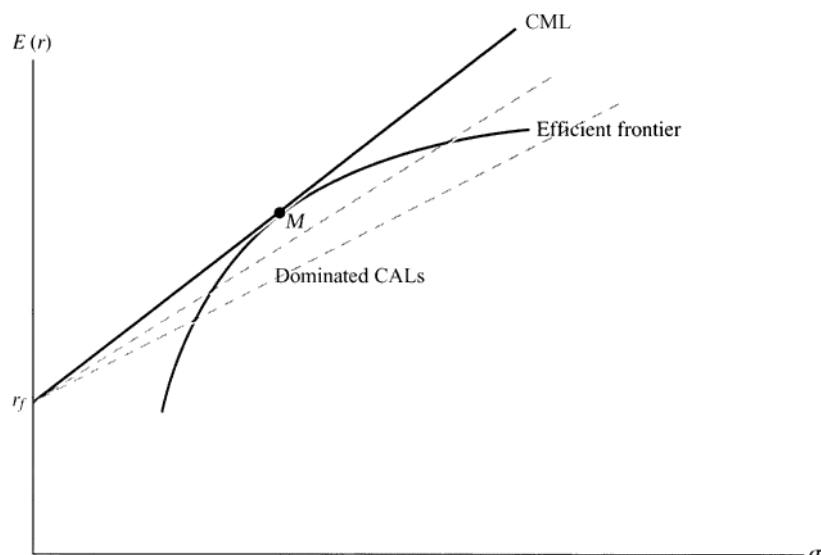


Fonte: Bodie, Kane e Marcus 1999, p.211

Figura 3-11. A fronteira eficiente do mercado

O cálculo da fronteira eficiente é um problema de programação quadrática que busca para todas as combinações possíveis de ativos encontrar o conjunto de pesos w que maximize o retorno (Equação 3.8) e minimize o risco (Equação 3.9)⁵.

A etapa seguinte da estratégia de escolha do portfólio envolve o ativo livre de risco, que é utilizado para calcular a CAL tangente à fronteira eficiente, chamada de *linha de capital do mercado* (CML), ou CAL dominante. O portfólio M que pertence à fronteira eficiente e também à CML é chamado de portfólio do mercado (Bodie, Kane e Marcus, 1999), como ilustrado na Figura 3-12. Este portfólio é considerado ótimo porque maximiza a taxa de retorno por unidade de risco S (Equação 3.12).



Fonte: Adaptado de Bodie, Kane e Marcus 1999, p. 212

Figura 3-12. O portfólio do mercado

Cabe ao investidor, após identificado o portfólio do mercado, a escolha do portfólio ideal que se encontra na CML, entre o ativo livre de risco e o portfólio do mercado. Esta decisão depende completamente da preferência pessoal do investidor, de metas pré-estabelecidas e/ou de sua função utilidade.

A possibilidade de composição do ativo livre de risco com o portfólio do mercado permite a separação do processo de investimento em dois estágios:

- Estágio 1. O portfólio M é encontrado, localizado no ponto onde a CML tangencia a fronteira eficiente de ativos sujeito a risco. Este estágio é objetivo e comum a todos os investidores;
- Estágio 2. O investidor maximiza sua utilidade através da combinação do ativo livre de risco com o portfólio M . Este estágio é subjetivo e dependente das preferências do investidor.

Esta separação da decisão de investimento em dois estágios é chamada de *propriedade de separação* ou *teorema de separação* (Levy 1999).

⁵ Levy 1999; e Bodie, Kane e Marcus 1999, desenvolvem o processo de cálculo da fronteira eficiente, que é puramente técnico e determinístico.

3.4.7 CAPM

O Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (ou *Capital Asset Pricing Model* - CAPM) é um conjunto de previsões referentes ao equilíbrio esperado no retorno de ativos financeiros sujeitos a risco (Bodie, Kane e Marcus 1999).

Este modelo dá continuidade à teoria desenvolvida por Markowitz, e foi publicado 12 anos depois em artigos por William Sharpe (1964), John Lintner (1965) e Jan Mossin (1966).

A CAPM define a medida *Beta*, que captura o risco de um ativo financeiro individual com relação portfólio do mercado. A Equação 3.13 define uma das muitas formulações para o *Beta*.

Equação 3.13. Cálculo do *Beta* para a CAPM

$$b_i = \frac{Cov(r_i, r_m)}{s_m^2}$$

onde b_i é *Beta* para um ativo financeiro i , r_i é o retorno deste ativo, r_m e s_m são o retorno e o risco esperado do portfólio do mercado, respectivamente.

Fonte: Levy 1999, p. 301

O *Beta* permite classificar risco do ativo com relação ao mercado. Valores de *Beta* superiores a 1 indicam que o ativo é agressivo, porque oscila mais que o mercado. Valores inferiores a 1 indicam que o ativo é defensivo, e que pode ser utilizado para proteger o investidor de grandes perdas mas que também restringe o retorno do portfólio a ganhos menores. Finalmente, se *Beta* é 1 o ativo flutua exatamente como o mercado, e é denominado de ativo neutro.

A relação entre o retorno esperado e o beta do ativo financeiro é apresentada na Equação 3.14. Esta relação linear é formalizada pela Linha do Mercado de Seguridade (ou *Security Market Line*, SML – Figura 3-13), que também indica o perfil (*i.e.*, defensivo, neutro ou agressivo) de variação do ativo com relação ao portfólio do mercado.

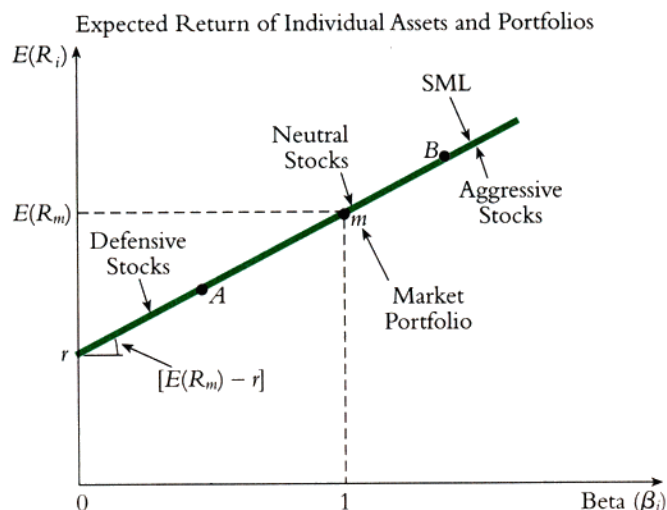
Equação 3.14. Relação entre *Beta* e retorno esperado $E(r)$

$$E(r_i) = r_f + b_i [E(r_m) - r_f]$$

onde $E(r_i)$ é o valor esperado do retorno do ativo financeiro, r_f é o retorno do ativo livre de risco, e $E(r_m)$ é o valor esperado do retorno do portfólio do mercado.

Fonte: Levy 1999, p. 311

A SML descreve a relação de equilíbrio entre risco e a taxa de retorno esperado. Em equilíbrio, todos os ativos financeiros, ações individuais e portfólios repousam sobre a SML. Finalmente, a CAPM estabelece que quanto maior o risco relativo do ativo (*i.e.*, ao portfólio do mercado) maior será a taxa de retorno esperada, porque – em equilíbrio – todos os ativos encontram-se na SML.



Fonte: Adaptado de Levy 1999, p. 312

Figura 3-13. Retorno esperado *versus* Beta na SML

A CAPM também permite a identificação da proporção do risco sistemático e não-sistemático de uma seguridade ou portfólio com relação ao portfólio do mercado (Figura 3-6). Esta relação é apresentada na Equação 3.15. O primeiro termo da equação é o risco sistemático, que representa a parte da variância da seguridade atribuída à volatilidade geral do mercado financeiro. O segundo termo da equação é o risco não-sistemático, que representa a parte da variância da seguridade que não está associada a volatilidade do mercado, mas sim à volatilidade ou risco específico da firma.

Equação 3.15. Risco sistemático e não-sistemático na CAPM

$$s_i^2 = b_i^2 s_m^2 + s_{e_i}^2$$

onde s_i e b_i são o risco e o *Beta* do i -ésimo ativo, s_m é o risco do mercado (sistemático) e s_{e_i} é o risco não-sistemático, ou específico do ativo financeiro i .

Fonte: Levy 1999, p. 317

3.4.8 Considerações

Este trabalho aceita a Hipótese de Mercado Eficiente (Seção 3.3) como a regra de funcionamento de mercados financeiros. Em um mercado eficiente, as estratégias de investimento baseadas em análise técnica e/ou análise fundamentalista não conseguem, de maneira consistente, “bater o mercado” e produzir retornos superiores a outros investidores. Estas estratégias, quando em prática pelo mercado, se auto anulam. Em verdade, o uso destas estratégias muitas vezes é por demais custoso em face aos recursos necessários para aplicá-las, e o retorno final no investimento pode-se revelar em prejuízo.

A Teoria Moderna de Portfólio estabelece uma estratégia de investimento que, em prática pelo mercado, torna-o equilibrado. Desta forma, em um mercado completamente eficiente, todos os ativos financeiros pertencem às linhas CML/SML.

Considere uma opção de investimento que, por um breve momento, encontra-se acima da fronteira eficiente do mercado. De fato, no momento do cálculo desta fronteira e determinação do portfólio do mercado, este ativo não havia sido considerado, ou sua relação de retorno e risco havia sido avaliada incorretamente. A (re) descoberta deste

ativo torna-o atraente para investidores, porque ele possui um retorno esperado superior a um portfólio eficiente que se encontra no mesmo eixo de risco (Figura 3-10). Uma vez que o mercado é eficiente, a demanda pelo novo ativo cresce, aumentando seu preço no mercado e, conseqüentemente, reduzindo seu retorno esperado. Com isso, o novo ativo, inicialmente supervalorizado, migra para a fronteira eficiente até estabilizar-se como um portfólio eficiente.

Na analogia reversa, um ativo que se encontra temporariamente abaixo da fronteira eficiente, torna-se desinteressante pelos investidores porque está supervalorizado. A falta de demanda reduz seu preço no mercado até que este atinja um retorno esperado atrativo o suficiente para ser incluído no portfólio do mercado (Figura 3-14).

A estratégia de seleção de portfólio e a CAPM têm como base um conjunto de securidades que supostamente são ou representam todos os ativos financeiros do mercado. Para cada securidade, o investidor busca encontrar os respectivos retorno e risco esperados. Em um mercado eficiente no processamento da informação, todos os investidores encontram o mesmo portfólio de mercado. No entanto, esta perfeição matemática não existe no mundo real. A existência de portfólios fora da hipotética fronteira eficiente é considerada uma anomalia para a CAPM (Figura 3-14), originada por erros no processo de identificação do portfólio do mercado. O trabalho dos gerentes de carteira das grandes instituições de investimento é encontrar estas anomalias e obter lucro delas.

Para o pequeno investidor, a identificação destas anomalias é por demais custosa, acima de suas capacidades e invariavelmente invisíveis aos seus olhos. Para ele, o mercado financeiro funciona de forma eficiente.

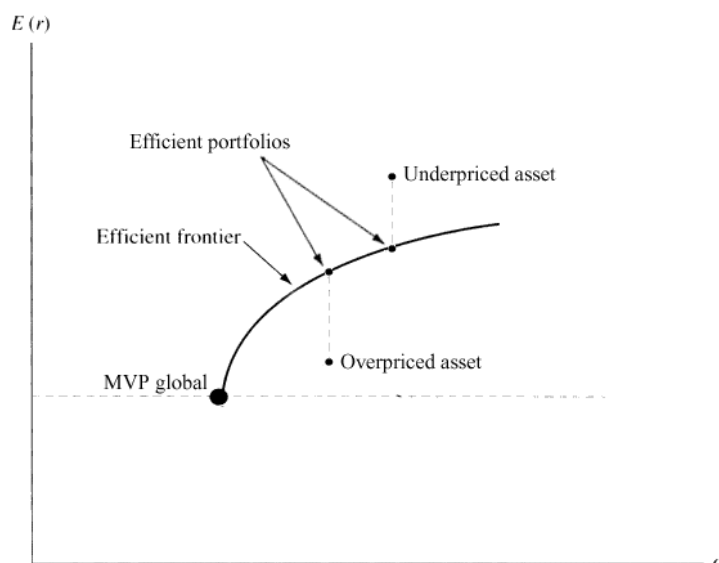
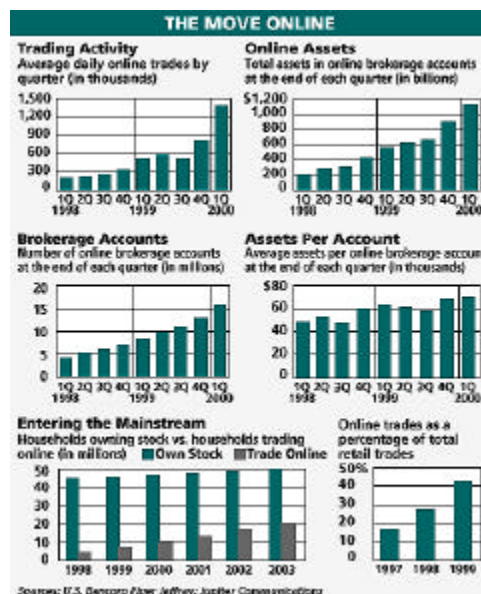


Figura 3-14. Anomalias na CAPM

3.5 Estratégias de Investimento

Tornar-se um investidor está cada vez mais fácil. O fator Internet está aumentando a disponibilidade de informações sobre investimentos, cobrindo assuntos desde *day trading* a planejamento de aposentadoria. A comunidade online de investidores nos Estados Unidos e certamente também no Brasil, está crescendo a cada dia (Figura 3-15).



Fonte: The Wall Street Journal Online

Figura 3-15. Investindo online

Repentinamente, investidores têm acesso a ofertas públicas iniciais de ações no mercado primário, e cotação em tempo-real das ações. Eles podem se conectar em ferramentas de análise de seguridades disponibilizadas por instituições de pesquisa e planejamento financeiro que, há pouco tempo, estariam fora de seu alcance. Eles possuem até mesmo os meios para entregar ordens específicas às grandes firmas corretoras, para tomar vantagem dos melhores preços disponíveis (Fraser, 2000).

Contudo, as regras para se tornar um investidor bem sucedido aparentemente se perderam no turbilhão de informações.

Apesar de muitas instituições de pesquisa ressaltarem a importância da diversificação de portfólio e de investir no longo termo – algumas das estratégias consideradas ideais para pequenos investidores – o público em geral acaba por deixar-se seduzir em esquemas que prometem lucros rápidos (*i.e.*, investidor no longo termo) e fáceis (ver Seção 3.2 – Mercados Perigosos).

3.5.1 O Mercado de Estratégias

O fato é que o mercado está repleto de estratégias e ferramentas para investir no curto termo: corretagem online, *day trading*, *market timing* (com análise técnica), “gurus” que prometem encontrar as ações “quentes”; e conselhos de analistas de mercado que induzem o pequeno investidor a tentar “bater o mercado” (Figura 3-16).

Estas estratégias usualmente necessitam que o investidor assuma e retire posições em ativos com certa frequência. O câmbio gera comissões, e estas comissões são a fonte de renda dos negócios de corretagem. Os “gurus” não ajudam o pequeno investidor a comprar iates, mas certamente ajudam a alimentar o câmbio que garante a compra de iates para os corretores (Malkiel, 1999).

Inexoravelmente, o número de casos fatais nos mercados financeiros mantém-se em níveis estáveis, e possivelmente aumentando em face ao número de investidores desavisados atraídos pela popularização dos mercados financeiros.

É rotineiro encontrar em revistas de economia e mercados financeiros, relatos de indivíduos que perderam grandes somas de dinheiro investindo. Em todos os casos, o

ponto comum é a euforia por retornos expressivos no curto termo (anomalia), eventualmente se transformando em grandes perdas (correção do mercado). Alguns exemplos em Brenner 1999; Clements 1999 (July 6 e Feb 16); Browning 1999 (July 26); Buckman 1999 e Simon 1999.

Análise Técnica
 Como direcionar seus investimentos

"Zezinho Grafista" é usuário do fórum da **InvistAqui**. Formado em administração de empresas, ele trabalha há quatro anos com os mercados de commodities e acionário. No chat, ele conversa sobre como a análise técnica pode ajudar a direcionar melhor seus investimentos.

[Chat Aqui](#)

Fonte: Adaptado de chamada veiculada em website financeiro na Internet.

Figura 3-16. Comercial da InvistAqui

3.5.2 Jogos de Investimento

Sistemas computacionais e a Internet permitem envolver o investidor em cenários de investimento, com o objetivo de ensinar sobre o mercado financeiro, os instrumentos de investimento existentes bem como as estratégias para criação de portfólios.

Existem dois tipos de público-alvo para estes sistemas. O primeiro é o universo acadêmico, onde estudantes de economia e finanças utilizam estes jogos para testar e aperfeiçoar os conhecimentos obtidos em sala de aula. Estes sistemas são inerentemente técnicos e exercitam conceitos complexos associados ao gerenciamento financeiro de corporações e análises avançadas de comportamento do mercado financeiro para suporte à tomada de decisão. Exemplos deste tipo de sistema são⁶:

- **StockTools:** Criado pela empresa Morningstar (EUA), este software contempla um banco de dados de quase 8.000 ações em mais de 7.000 empresas listadas na NYSE, AMEX, NASDAQ National Market (NMM) e NASDAQ Small Caps. Com uma interface gráfica interativa, o sistema focaliza no ensino dos elementos críticos para a avaliação de securidades: 1) Performance da empresa; 2) Performance da securidade; 3) Valoração. Software distribuído por Irwin/McGraw-Hill (2000);
- **Fingame Online:** Desenvolvido por LeRou D. Brooks da University of South Carolina. Este simulador envolve estudantes em um ambiente integrado, multi-período para exercício de processos de tomada da decisão. O software ajuda estudantes a desenvolver e refinar suas habilidades de gerenciamento financeiro, análise de declarativos contábeis, e tomada da decisão em geral. Software distribuído por Irwin/McGraw-Hill (2000);

⁶ Os jogos apresentados são desenvolvidos para o mercado americano. Não foram identificados jogos de mercados financeiros no Brasil orientados especificamente para comunidade acadêmica, no período de construção desta tese.

- **Virtual Stock Exchange:** É um corretor online simulado de securidades que permite o acesso a todas as securidades listadas nas maiores bolsas de valores dos EUA. Professores podem criar suas próprias competições, definindo as regras de corretagem, datas e número de participantes. Existe também competições mensais com prêmios em dinheiro;
- **Iowa Electronic Markets:** Este é um mercado de futuros online, cujos contratos são baseados em eventos do mundo real como resultados de eleições, retornos por cota (EPS) de empresas abertas, etc. O sistema funciona como um projeto de pesquisa e ensino dirigido por Henry B. Tippie do Centro de Administração da University of Iowa.
- Outros sistemas como: **Market Player**, **Stock Market Game** e **Stock-Trak**.

O segundo tipo de público-alvo para estes sistemas educacionais é o pequeno investidor, ou investidor amador. Estes sistemas tem uma linguagem acessível e idealmente trabalham com definições dos instrumentos de investimento, benefícios e custos associados ao processo de investimento e a estratégias de investimento. É no último item que este trabalho faz a crítica ao conteúdo do ensino destas ferramentas.

Os jogos de ensino sobre investimentos orientados ao público em geral são, em sua maioria, fomentados por casas corretoras e/ou instituições de investimento que possuem interesse em ampliar continuamente o leque de clientes, utilizando como apelo a importância de investir para preservar e expandir o patrimônio pessoal. No Brasil, alguns destes sistemas são:

- **Concurso Patagon de Investimentos:** É um jogo online sobre investimento na Bolsa de Valores. O investidor recebe um capital de R\$100 mil virtual, e com ele pode formar carteiras de investimentos com ativos da Bovespa, simulando operações nos mercados à vista e de opções com todos os tipos de ordens que são efetuadas através do sistema home broker da Patagon. Disponibilizado pela corretora online Patagon;
- **InvestGame:** É um jogo educativo criado pela corretora online InvestShop que tem como objetivo ensinar como investir com base nos acontecimentos do dia a dia que podem influenciar o comportamento do mercado financeiro;
- **Desafio Invest\$hop:** É um simulador de investimentos em mercados de ações. Aprende-se a investir simulando operações em bolsa de valores, fundos de investimento, poupança e dólar, concorrendo a prêmios. Ao iniciar a simulação, o usuário recebe um crédito fictício de R\$1.000.000,00 e deve investi-lo de modo a obter o melhor resultado. Disponibilizado pelo InvestShop;
- **Desafio da Bolsa:** Tem por objetivo proporcionar ao público em geral uma maior familiarização com o mercado de ações, permitindo aos participantes vivenciar, em um ambiente de experimentação quase real, o dia a dia do mercado financeiro e as operações em Bolsa de Valores. O participante recebe um crédito fictício de R\$1.000.000,00 para administrar, com o objetivo de maximizar o valor inicial em um período de 5 meses. Fomentado pela Bolsa de Valores do Rio de Janeiro – BVRJ;

Independente dos motivos, é fato encontrar nestes sistemas, seja no Brasil ou no mundo, o ensino de estratégias de investimento não apropriadas para o investidor amador. Isto ocorre porque a concepção destes sistemas está usualmente amarrada a um arcabouço de conceitos antigos e ultrapassados orientados ao curto termo (Melnikoff, 1998); postura

indesejável para os pequenos investidores. Este trabalho se coloca em *contraposto* ao modelo de ensino utilizado por estes sistemas, e propõe um novo modelo que:

- Respeita a Hipótese de Mercado Eficiente, ignorando as oscilações do curto termo e planejando para longos horizontes;
- Utiliza uma estratégia de investimento baseada na Teoria Moderna de Portfólio, fundamentada em conceitos de diversificação e metas de retorno bem definidas, derivadas de conceitos elementares de finanças pessoais;
- Propõe ferramentas baseadas em métodos estocásticos e inteligência artificial para auxiliar no processo de aprendizado.

Finalmente, como evidência empírica do despreparo do pequeno investidor brasileiro, este trabalho analisou a lista de classificação do torneio **Desafio da Bolsa**, da BVRJ, nos ciclos de 1 a 6 (1999-2000). Os resultados foram os seguintes: 1) Os investidores classificados nos primeiros lugares de cada ciclo não conseguiam atingir colocações aproximadas nos demais ciclos; 2) Em média 70% dos investidores obtiveram resultados abaixo de 3% em 5 meses, inferior à taxa de retorno da poupança para o mesmo período.

3.6 Novas Tecnologias

3.6.1 Introdução

A transformação rápida e crescente de sistemas e equipamentos computacionais tem marcado a evolução do mundo moderno. Os computadores se tornam mais rápidos, interligam-se em rede, e comunicam-se através de sistemas complexos, flexíveis, e acessíveis a diversos usuários. A combinação de múltiplas tecnologias traz inovação à resolução de problemas.

Dentre as novas tecnologias, destaca-se a grande área de inteligência artificial, com sistemas baseados em conhecimento, redes neurais, algoritmos genéticos, lógica difusa, entre outros, que são de grande aplicação na criação de sistemas que necessitam uma interface de interação com usuários, ou que comportam-se por meio de regras de conhecimento. Teorias de jogos, teoria do caos, sistemas complexos e simulação também constituem parte integrante do rol de novas tecnologias.

O modelo proposto pode ser dividido em duas partes:

1. Em uma abordagem descritiva e sistemática para trazer ao pequeno investidor os conceitos identificados neste trabalho (Seções 3.3 e 3.4) que permitirão o uso racional de instrumentos financeiros com foco no longo termo;
2. Em um sistema de apoio ao ensino de estratégias de investimento que auxilia o processo de aprendizado destes conceitos na prática: *aprender fazendo*.

3.6.2 Sistema de Apoio ao Ensino

Na forma de um sistema de apoio ao ensino, o modelo proposto utiliza-se das novas tecnologias com o objetivo de ampliar o alcance de usuários, a qualidade e a facilidade de uso. A estrutura deste sistema está descrita na Seção 4.3. Em sua essência, o sistema é composto por mecanismos de *geração de dados quantitativos e qualitativos*, por meios de sistemas baseados em conhecimento e técnicas estatísticas, *simulação*, e preferencialmente implementado por *sistemas web*.

Cabral (1996) gerencia séries numéricas associadas ao perfil longitudinal de volumes derivados do processamento morfológico de imagens digitais. A manipulação de dados quantitativos possui características similares a este trabalho.

Cabral (1994) apresenta a forma de definição de uma linguagem para descrição de sistemas especialistas difusos, e a implementação de um compilador para a linguagem com a geração de código para a base de conhecimento e o motor de inferência. A geração de dados qualitativos é realizável através da adaptação desta proposta.

Cabral, Sperb e Tripodi (2002) e Alves, Cabral, Sperb e Wahrlich (2002) descrevem técnicas de modelagem de informação em sistemas orientados à Internet (*web*). Este trabalho recomenda o uso destas especificações como referência para implementação do sistema proposto na Internet.

Informações adicionais sobre os métodos e tecnologias computacionais utilizados neste trabalho são apresentadas no momento de discussão da proposta (Capítulo 4). Para maior aprofundamento destes tópicos, deve-se seguir a bibliografia referida.

4 MODELO PROPOSTO

4.1 Introdução

O mercado de ações em muitos países tem apresentado crescimento em número de ações e volume nos últimos anos. Casas de corretagem e fundos de ações passaram a ser mais acessíveis a pequenos investidores, impulsionados pela multiplicação de serviços *online*. Os gráficos de crescimento nas bolsas de valores refletem o pulso da economia da nação. Ao fundo, o pequeno investidor depara-se com a necessidade de incluir instrumentos de investimento associados ao mercado de ações em seu planejamento financeiro.

Investir é postergar consumo com o objetivo de consumir mais no futuro. A identificação de metas claras para consumo futuro auxiliam a escolha do instrumento de investimento mais adequado. A compreensão da relação entre risco e retorno, e adoção de uma estratégia de investimento adequada para necessidades pessoais, completam a postura ideal no uso de mercados de ações.

Este Capítulo formula uma estratégia de investimento passiva fundamentada em posturas de especialistas que concordam com a Hipótese de Mercado Eficiente e a Teoria Moderna de Portfólio, como Malkiel e Clemments, entre outros (Seção 4.2). Este trabalho recomenda esta estratégia como sendo a mais adequada para o pequeno investidor.

Em seguida (Seção 4.3), é apresentado um modelo de aprendizado em investimentos para indivíduos que queiram desenvolver suas habilidades com base na estratégia proposta, particularmente com o objetivo de refinar a compreensão dos diversos conceitos associados à HME e TMP. Este modelo de treinamento é composto por um simulador de mercados financeiros construído sobre a Teoria Moderna de Portfólio, que inova na forma de construção de cenários de investimento.

4.2 Estratégia de Investimento Recomendada

O investidor profissional busca incessantemente uma nova perspectiva para o mercado de ações, explorando dimensões de informações e grandes volumes de dados na expectativa de encontrar uma oportunidade, uma anomalia na Hipótese de Mercado Eficiente. A oportunidade inexoravelmente é efêmera, uma pequena janela que se fecha no momento em que o mercado se corrige. Muitos não conseguem “bater” o mercado, e colhem suas perdas (Seção 3.2).

O pequeno investidor não possui recursos para explorar o mercado de ações. É restrito em termos financeiros e em tempo para pesquisas. A perspectiva deste indivíduo é a de um mercado aleatório, sujeito a oscilações temperamentais, que o envolve com informações de impacto e muitas vezes contraditórias. O dilema é conciliar a demanda da carreira profissional com a necessidade de manter-se informado sobre o que está ocorrendo com sua carteira de investimento.

Para o pequeno investidor, é necessário a adoção de uma postura de investimento passiva, orientada ao longo termo, e controlada com base em metas de retorno no investimento bem definidas.

4.2.1 Posturas em Estratégias de Investimento

Existem dois tipos de postura com relação às estratégias de investimento: ativa e passiva. A postura ativa implica em um monitoramento constante do mercado financeiro, ajustando o portfólio do investidor com ações de curto termo. A carteira de investimento é modificada por operações de compra e venda e realocação de ativos (Equação 3.8).

A premissa da postura ativa é que o monitoramento contínuo do mercado permitirá encontrar oportunidades que são capturadas através de ajustes no portfólio do investidor. Esta premissa contrapõe-se à HME porque em um mercado “informacionalmente” eficiente o número de oportunidades tende a zero (Seção 3.3). O custo associado às operações de movimentação de portfólio (*e.g.*, taxas de corretagem) e de pesquisas e coleta de informações do ambiente financeiro pode tornar-se superior ao próprio retorno obtido com a realocação dos ativos investidos. Na prática, observa-se que apenas grandes instituições de investimento conseguem alcançar relativo sucesso adotando esta postura.

Independente dos méritos ou validade da postura ativa, para o investidor amador esta forma de investimento é exaustiva e de prática inviável. Considera-se que este indivíduo possua uma carreira profissional, de igual demanda de tempo e concentração, gerando um conflito de interesses e impossibilidade de exercer ambas atividades com competência e responsabilidade.

A postura passiva implica na aceitação da HME. O mercado financeiro ajusta-se tão rapidamente à oscilação dos acontecimentos do mundo real que o valor do instrumento de investimento está sempre em conformância com o valor esperado de seus ganhos futuros (Seção 3.4). A recompensa pelo investimento está associada à quantidade de risco que o investidor está disposto a assumir. Séculos de dados históricos comprovam que não há lição mais importante a ser compreendida (Malkiel, 1999). Risco está atrelado ao tipo de instrumento financeiro utilizado pelo investidor (Tabela 4.1).

	Retorno Anual Médio	Índice de Risco* volatilidade do retorno ano a ano
Ações ordinárias de pequenas empresas	12,7%	33,9%
Ações ordinárias em geral	11,0	20,3
Títulos de longo termo	5,7	8,7
Notas do Tesouro	3,8	3,2
Taxa de Inflação	3,1	

Fonte: Ibbotson Associates, Stocks, Bonds, Bills, and Inflation: 1997 Yearbook

Adaptado de Malkiel, 1999, p. 353

* O risco ou índice de volatilidade é uma medida estatística do desvio padrão do retorno da série indicando o quanto os retornos anuais diferem da média observada da série. Aproximadamente 66,7 por cento (95 por cento) das observações de retorno anual ficam entre um (dois) desvio(s) padrão(s) da média de retorno anual.

Tabela 4.1. Retorno Anual Total para Classes Básicas de Ativos, 1926-97 do mercado financeiro americano

Na postura passiva, o investidor deve distinguir entre sua atitude e capacidade para o risco. No modelo de ensino proposto, esta distinção torna-se evidente a cada ciclo de aprendizado no ambiente de investimento simulado (Seção 4.3). O ponto inicial para identificação da quantidade de risco que deve ser adotada para o portfólio do investidor é a definição de uma meta clara de consumo futuro, seja para uma necessidade específica ou não. É necessária a adoção de um plano de investimento.

4.2.2 O Plano de Investimento

O pequeno investidor opta por salvar parte de sua receita no presente com o objetivo de efetivar um consumo no futuro. Como consumidor, metas bem definidas são elaboradas para melhorar progressivamente seu estilo de vida. Para alcançar estas metas, um plano de poupança é traçado (*i.e.*, poupar também é investir).

Considere um casal que pretende em 4 anos pagar um ato de R\$ 60.000,00 para o apartamento próprio. A meta, então, é ter no período de 48 meses o valor do ato. O casal, avaliando suas finanças, propõe-se a poupar mensalmente R\$ 1.000,00. O passo seguinte é calcular o retorno anual do investimento tal que a meta seja cumprida.

Em finanças, este tipo de questão é resolvido através da teoria do valor do dinheiro no tempo (*time value of money*, ou TVM). No corpo desta teoria, existe o conceito de anuidade que se aplica a este problema.

Equação 4.1. Cálculo do valor de uma anuidade ordinária

$$FVA_n = PMT \cdot \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right)$$

onde FVA é o valor futuro da anuidade, n é o número de pagamentos, e i é o juros para o período definido.

Fonte: Brigham, Gapenski e Ehrhardt, 1999, p. 251

Resolvendo a Equação 4.1 para encontrar o valor de i tal que:

- FVA é R\$ 60.000,00 desconsiderando a inflação;
- n é 48 períodos, uma vez que o pagamento, ou poupança, é mensal;
- PMT é R\$ 1.000,00 poupados mensalmente.

Conclui-se que retorno do instrumento de investimento para cumprimento da meta estabelecida é de 0,92% ao mês. Em termos anuais, o retorno desejado é de 11,61%⁷.

Outra forma de resolução do problema é fixar a taxa de retorno e calcular o valor do pagamento. No exemplo, se o casal prefere optar por uma oportunidade segura com taxa de retorno anual de 6%, aplica-se a Equação 4.1 para calcular PMT com i fixado a 6%. A solução é um desembolso mensal de R\$ 1.109,10.

No primeiro cenário, o casal trabalharia poupando menos e procurando ativos financeiros com uma taxa de retorno esperada maior. No segundo cenário, o casal trabalharia poupando mais, porém procurando oportunidades de investimento de menor retorno, ou seja, mais seguras.

O passo seguinte é eleger no mercado financeiro as opções que satisfaçam o retorno no investimento desejado. A Tabela 4.1 exemplifica a natureza de alguns instrumentos de investimento, e sua respectiva relação entre o risco e a recompensa na operação.

Observando o conceito de seleção de portfólio (Seção 3.4), o casal investidor pode, e deve, praticar a alocação de ativos com graus de risco diferente, com o objetivo de reduzir o risco total de sua carteira de investimento (e.g Figura 3-6).

⁷ O cálculo de valores com base na TVM está disponível em calculadoras financeiras e planilhas eletrônicas. No Excel, por exemplo, o cálculo do desembolso mensal pode ser feito com a fórmula PMT .

4.2.3 A Carteira de Investimento

A pluralidade na forma de aquisição e restrições em compras de instrumentos de investimento, bem como as taxas de corretagem ou manutenção da seguridade, torna muitas vezes difícil adaptar a teoria à prática na elaboração da carteira de investimento.

Diversificação é uma das táticas mais poderosas para redução de risco no investimento. Ao mesmo tempo, comprar seguridades de múltiplas fontes de investimento é uma tarefa que pode tornar-se inviável para o pequeno investidor. Usualmente, corretoras exigem que uma quantidade mínima de títulos seja adquirida por tipo de seguridade. Com isso, a criação de uma carteira de investimento pode resultar em um grande montante inicial para ser investido, possivelmente dezenas de vezes maior que a remuneração mensal do pequeno investidor. A solução é operar com fundos de investimento que agregam pedidos de vários investidores e, trabalhando com volume, permitem vender frações de múltiplas seguridades ao investidor. Por este serviço é cobrada uma taxa de manutenção anual, porém mínima e aceitável para o indivíduo comum.

No exemplo do casal investidor, suponha-se que existam as opções apresentadas na Tabela 4.2.

Fundos de Investimento*	Retorno Anual Esperado após todas as taxas
Próspero Clube de Investimento	14%
Porto Seguro Renda Fixa	6%

* nomes e valores fictícios

Tabela 4.2. Fundos de investimento fictícios para um exemplo de composição de carteira

A Equação 3.8 resolvida para encontrar o retorno esperado de 11,61% ao ano seria:

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i)$$

$$11,61\% = w_1 14\% + (1 - w_1) 6\%$$

$$w_1 \cong 0,7 \therefore w_2 \cong 0,3$$

Portanto, o casal investidor deveria criar sua carteira com 70% alocado para “Próspero Clube de Investimento” e 30% em “Porto Seguro Renda Fixa”. Interpretando este simples cálculo na perspectiva da HME e TMP, o fundo de renda fixa representaria o ativo livre de risco, balanceando um ativo de risco pertencente à fronteira de eficiência. Este, por sua vez, seria o portfólio de mercado (Figura 3-12).

Existem diversas considerações sobre esta abordagem sugerida para a alocação de ativos. A mais importante é que existem poucas chances de que o fundo de ação escolhido seja o portfólio de mercado M . Porém, este trabalho levanta o seguinte raciocínio:

1. O risco e o retorno de um ativo são tradicionalmente calculados através de métodos estatísticos com base em séries históricas de longo termo, e refletem uma situação que já ocorreu. Porém, ganhos passados não garantem ganhos futuros;
2. A TMP estabelece que a fronteira eficiente existe com base em todos os ativos de mercados financeiros, já que investidores podem estar operando em

mais de um mercado (*e.g.*, investimento em propriedades, mercados cambiais, etc.). Isto torna o cálculo da exata composição de M impraticável pois é necessário um volume de informações grande demais para ser coletado por investidores institucionais, quanto mais para o pequeno investidor;

Com base no exposto, é sugerido que o investidor considere um ou mais fundos institucionais para composição do portfólio M . Em regra, as opções dos fundos são compostas por múltiplos ativos, trazendo no mínimo benefícios de redução de risco ao investimento (*e.g.*, Figura 3-7). Mesmo que existam outros portfólios mais eficientes que se sobreporiam ao portfólio escolhido pelo pequeno investidor (Figura 3-12), não é viável ou justificável o esforço para encontrá-lo.

Outra questão importante associada à estratégia proposta é que a identificação do retorno esperado dos ativos que comporão a carteira de investimento é uma tarefa difícil para o pequeno investidor. Este problema é resolvido de duas formas: com o apoio de especialistas de mercado; e com a formação de um senso crítico no indivíduo cuja experimentação com o processo de investimento torne-o apto à tomada de decisão. Este trabalho conjuga ambas as formas em uma metodologia de ensino e experimentação de mercados financeiros a ser apresentada na próxima seção.

4.2.4 Mantendo a Carteira de Investimento

Durante o exercício do investimento, é necessária a manutenção da carteira de investimento para garantir que ao final a meta estabelecida seja alcançada. Esta manutenção deve ser feita em períodos mais longos de tempo, ignorando as flutuações de curto termo⁸.

Após um ano e meio de investimento, o casal investidor pode decidir reavaliar sua posição. Existem três situações possíveis para este cenário, cada qual passível de uma ação, conforme descrito na Tabela 4.3.

Cenário	Ação
A carteira rendeu acima do esperado	1. Manter a posição;
	2. Tornar o investimento mais seguro, mantendo o montante investido mensalmente e alocando uma parcela maior do investimento ao ativo mais seguro (de menor rendimento);
	3. Manter a posição, porém reduzindo o montante investido mensalmente já que houve uma capitalização acima do esperado;
A carteira rendeu conforme o esperado	4. Manter a posição;
A carteira rendeu menos que o esperado	5. Manter a posição, interpretando que este é um momento de baixa de mercado, e que a carteira reganhará o rendimento perdido;
	6. Aumentar o investimento mensal, com o objetivo de compensar a perda no investimento.

Tabela 4.3. Ações de manutenção de uma carteira de investimento

⁸ Como discutido no Capítulo 2, é importante evitar euforias e/ou “loucura das massas”.

As ações 2 e 6 da Tabela 4.3 são ações de aversão ao risco, que trazem maior segurança no cumprimento da meta do investidor. As ações 3 e 5 assumem uma posição de risco para a carteira de investimento, uma vez que suas premissas podem não se materializar.

4.2.5 O Plano de Investimento, Revisitado

Em resumo, a criação de um portfólio gerenciado passivamente implica em definir um plano de investimento e executá-lo da seguinte forma:

1. *Definição de metas*: seja uma ou mais metas, o investidor deve estar consciente do que espera em termos de estilo de vida e prospectos futuros;
2. *Identificação do retorno esperado no investimento*: através de cálculos simples, o investidor pode, com base na meta pré-definida, encontrar a taxa de retorno desejada;
3. *Criação do portfólio*: pesquisando em bancos, casas de corretagem, e/ou fundos de ações, o investidor compõe o portfólio e realiza a primeira aplicação para seu dinheiro;
4. *Manutenção do portfólio*: o investimento no longo termo deve ser monitorado em espaços menores de tempo, mas sempre com visão de longo termo.

Simples à primeira vista, esta forma básica de gestão de portfólio possui aliados fortes ancorados na HME e TMP: o poder dos juros compostos, a amortização do custo do dinheiro, e o foco no longo termo.

4.2.6 Poder dos Juros Compostos

Muitos indivíduos ignoram as implicações dos juros compostos em decisões financeiras. O exemplo do casal investidor, utilizando-se de formulações com base na TVM (Equação 4.1) deixa passar despercebido este potencial.

Um investimento com retorno de 15% ao ano duplica o montante investido em menos de 7 anos (Figura 4-1). Ao final de 20 anos, o retorno é de 15 vezes sobre o valor investido no tempo inicial.

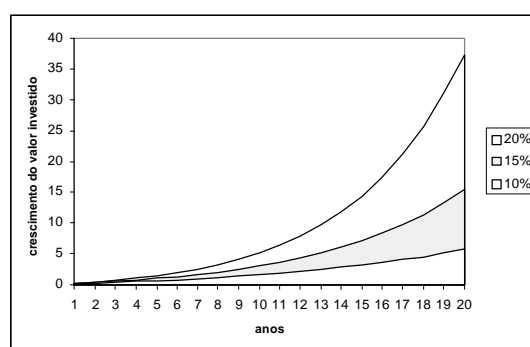


Figura 4-1. Poder dos juros compostos, apresentado com diferentes taxas de juros no período de 20 anos

No exemplo do casal investidor, o ganho no investimento de R\$ 1.000 mês por 48 meses, com expectativa de retorno ao ano de 11%, resultaria em um aumento em 25% do valor poupado. O primeiro R\$ 1.000 investido contribuiria para R\$ 518,07 a mais no final do período de investimento (*i.e.*, cerca 52% de retorno).

4.2.7 Amortização do Custo do Dinheiro

Amortização do custo do dinheiro significa investir quantias fixas em períodos regulares. Investimentos periódicos de montantes iguais podem reduzir, porém não evitar, os riscos de trabalhar com ativos cujo preço encontra-se temporariamente alto.

Em meses cujo valor da securidade está alto, o investidor irá comprar menos ativos, enquanto que nos meses cujo valor da securidade está baixo, o investidor irá comprar mais ativos. Esta prática evita os efeitos de anomalias na eficiência do mercado, além de reduzir o risco do investidor cair em esquemas especulativos (Figura 4-2). O resultado obtido é um custo médio do ativo menor do que a média do custo no período de investimento, conforme ilustrado na Tabela 4.4.

Período	Investimento	Cotação	Dólares Comprados
1	R\$1.000	2,65	US\$377,36
2	1.000	2,64	378,79
3	1.000	2,78	359,71
4	1.000	2,78	359,71
5	1.000	2,92	342,47

- Total investido: R\$ 5.000
- Total dólares comprados: US\$1.818,04
- Cotação média para o período: 2,7540
- Cotação pela amortização: 2,7502

Conclusão: A cotação média pela amortização do custo do dinheiro é menor do que a cotação média do período.

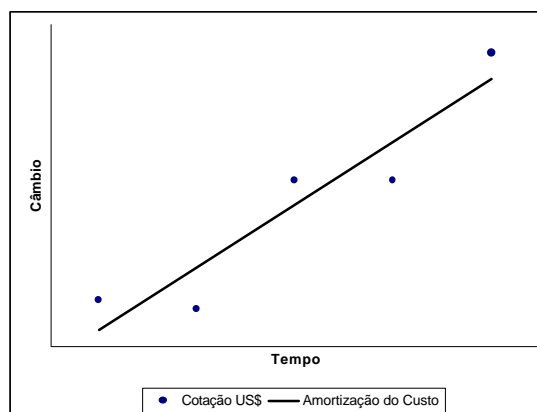


Figura 4-2. Amortização do custo do dinheiro exemplificada com a taxa de câmbio do dólar em 5 períodos

Tabela 4.4 Cálculo do efeito da amortização do custo do dinheiro

O efeito de atenuação do custo do ativo é perceptível, porém está longe de resolver todos os problemas em investimentos. Nenhuma estratégia pode proteger o investidor contra perdas em um mercado em queda. O ponto crítico é manter a confiança e coragem de investir mesmo durante momentos de baixa de mercado, tão regularmente quanto é feito em melhores períodos (Malkiel, 1999).

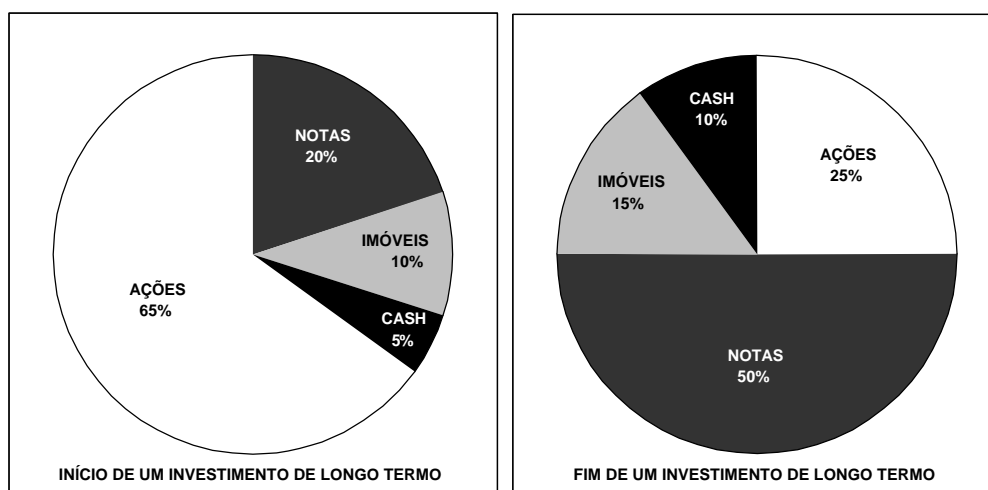
4.2.8 Foco no Longo Termo

O Capítulo 2 apresentou ao leitor uma variedade de acontecimentos associados a curtos períodos de tempo onde investidores de diversos calibres obtiveram grandes perdas. O ponto comum é que o foco no curto termo tornava o investidor cego, o qual, em pânico, decidia por assumir as perdas e sair do mercado de investimento, às vezes para não mais retornar.

O foco no longo termo está associado a dois grandes benefícios em estratégias de investimento: o poder dos juros compostos e a amortização do custo do dinheiro. Ainda, a possibilidade de manter uma posição por um longo período de tempo também está associada à capacidade de tolerância de risco que o investidor pode assumir.

O exemplo do casal investidor poderia ser enriquecido por uma decisão de assumir um risco maior no início do período de investimento, que seria reduzido progressivamente à medida que a meta estabelecida aproxima-se do encerramento.

Com maior tempo para investir, o casal poderia realocar os ativos de sua carteira um maior número de vezes, mantendo o curso do investimento alinhado com a taxa de retorno desejada. Em momentos de perda no investimento, uma intervenção de



Adaptado de Malkiel 1999, p. 369-370

Figura 4-3. Alocação de ativos recomendada em um ciclo de vida de investimento

aumentar o montante mensal poupado (ação 6 da Tabela 4.3) permitirá alcançar o retorno desejado para a meta de consumo futura.

O ciclo de vida de um investimento é muitas vezes representado na literatura através de proporções ideais na alocação de ativos de acordo com a longevidade da carteira de investimento. A Figura 4-3 ilustra duas possíveis formas de alocação de ativos com base na distância para encerramento do investimento. O primeiro gráfico, para o momento inicial do investimento, caracteriza-se por um risco maior, porém com possibilidades de grandes retornos. Este retorno, no início, pode transformar-se em grandes somas no futuro com o poder dos juros compostos. O segundo gráfico é ideal para quando o investimento aproxima-se da reta final. Menos arrojado, as chances de surpresas são poucas com a baixa oscilação no retorno do portfólio. Calcado principalmente em notas do tesouro e títulos do governo, a forma pré-fixada deste tipo de investimento assegura o retorno desejado ao fim do período de investimento.

4.3 Metodologia de Ensino Proposta

O mundo do investimento concorda: não existem metodologias concretas para a construção da estratégia de investimento perfeita. Esta regra torna-se ainda mais forte quando aplicada ao pequeno investidor. Risco é uma noção subjetiva atrelada às necessidades e vontades de cada indivíduo que planeja seu futuro. A percepção do impacto do risco para o investidor rege a estratégia de investimento utilizada. A compreensão da relação entre risco e retorno, bem como da capacidade do investidor em tolerar risco, é a chave para o sucesso do planejamento futuro.

A estratégia de investimento ideal existe, porém subjetiva. É moldada por cada indivíduo através de questionamentos sobre finanças pessoais, instrumentos de investimento e mercados financeiros. Sua natureza é de longo termo porque está associada a necessidades e vontades futuras. No entanto, esta orientação para o longo termo é o que a torna de difícil entendimento. Quase sempre, a urgência do curto termo prejudica o discernimento de uma postura racional, tranqüila, e perseverante, características imprescindíveis na construção da estratégia de investimento ideal.

Este trabalho propõe um modelo de ensino para educar pessoas a investir no longo termo através da experimentação do processo de planejamento e construção de portfólios (Seção 4.2) em cenários de investimento simulados.

4.3.1 Modelo de Ensino de Estratégias de Investimento

A interação entre indivíduos e cenários de investimento simulados, criados por especialistas da área de investimento através de ferramentas fundamentadas nas novas tecnologias, é considerada neste trabalho como a melhor abordagem para ajudar pessoas comuns a desenvolver habilidades de investimento com visão para o longo termo.

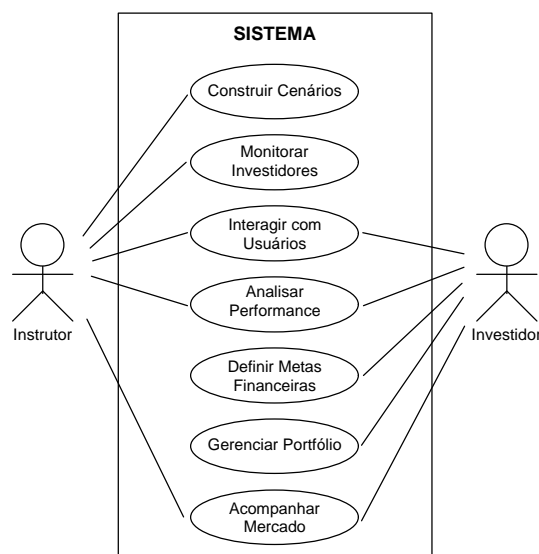
O processo de aprendizado do investimento é ambientado com informações típicas do cotidiano de indivíduos, que na interação com ferramentas encontradas nos serviços de corretagem tradicionais passam a desenvolver experiência e hábito no uso destas ferramentas para alcançar metas financeiras.

Em verdade, a forma de exposição do conhecimento para o pequeno investidor depende exclusivamente dos objetivos didáticos do especialista que projeta o cenário de investimento. O modelo proposto está preparado para aceitar técnicas modernas de ensino baseadas em ensaios que permitem o erro controlado, estimulando indivíduos a modificar e/ou inventar estratégias de investimento dentro dos conceitos da Hipótese de Mercado Eficiente e Teoria Moderna de Portfólio. Não é objetivo deste trabalho aprofundar-se nas variações das metodologias de ensino criticadas e examinadas na pedagogia moderna.

O ensino ocorre através da plataforma *web*, com páginas dinâmicas geradas a partir de cenários construídos por um instrutor (especialista). A interação é controlada por meio de diversas tecnologias compatibilizadas em uma arquitetura de sistema computacional que envolve conceitos das áreas de simulação e inteligência artificial.

4.3.2 Arquitetura do Sistema

A arquitetura do sistema que formaliza o modelo de ensino proposto é dividida em três partes: construção de cenário, simulação do processo de investimento, e análise de performance do investidor. Existem dois tipos de atores que interagem com o sistema: instrutores e investidores (Figura 4-4).



* A notação utilizada neste trabalho para representação de artefatos de software é a **UML** (*Unified Modeling Language*) conforme descrito em Rumbaugh, Jacobson e Booch (1999).

Figura 4-4. Arquitetura do sistema proposto

Na Figura 4-4, “Construir Cenários” é tarefa da Parte I (construção de cenário); “Monitorar Investidores”, “Interagir com Usuários”, “Definir Metas Financeiras”, “Gerenciar Portfólio” e “Acompanhar Mercado” são atividades que acontecem na Parte II (simulação); e “Analisar Performance” pertence à Parte III (análise de performance).

4.3.3 Parte I – Criação de Cenários de Investimento

O cenário de investimento é o conjunto de dados quantitativos e qualitativos encontrados por investidores em sua interação com mercados de investimento. Para o pequeno investidor, dados quantitativos são indicadores econômicos (*e.g.*, IGP-M, PIB) e cotações de instrumentos de investimento (*e.g.*, ações, notas, câmbio) com suas respectivas formas de aquisição (*e.g.*, taxas de corretagem, anuidades). Estes dados usualmente compõem séries temporais apresentadas ao investidor na forma de gráficos.

Dados qualitativos são uma série de derivações dos dados quantitativos, como por exemplo notícias de estado do mercado (constatações), cursos de investimento, colunas de “gurus” investidores, e análises técnicas e fundamentalistas⁹, entre outros.

É dever do instrutor, ou especialista em investimento, a criação de cenários de investimento. Estes cenários devem proporcionar condições típicas de mercados financeiros para envolver o pequeno investidor com todas as informações necessárias para o aprendizado e desenvolvimento de uma estratégia de investimento pessoal, ajustada para suas necessidades de retorno e sensibilidade ao risco.

4.3.3.1 O Mercado Financeiro

Em muitos jogos de investimento, o mercado financeiro é criado a partir de equações matemáticas derivadas de modelos macro-econômicos. Existe um grande número de modelos, alguns clássicos, outros inovadores, encontrados em livros de autores como Dornbusch e Fischer, e periódicos como *The American Economic Review*, *Review of Financial Studies* e *Econometrica*. Os modelos tratados na literatura sempre buscam regras de equilíbrio de mercados que por vezes aplicam-se exclusivamente em ciclos específicos na vida econômica de algumas nações.

Este trabalho, com base na análise de séries econômicas de diversos países, apoiado também por constatações de outros autores, propõe uma forma de criação de cenários de investimento inovadora, orientada fundamentalmente pela Hipótese de Mercado Eficiente. A elaboração do cenário adaptado à realidade do usuário investidor torna-se responsabilidade exclusiva do instrutor que, através do método proposto para geração de dados quantitativos e qualitativos, possui flexibilidade e autonomia sobre o resultado final. Desta forma, garante-se que o conteúdo apresentado ao investidor está de acordo com o planejamento didático do instrutor, e não amarrado a equações matemáticas de equilíbrio econômico muitas vezes não aplicáveis a certas situações¹⁰.

⁹ Apesar de que a estratégia de investimento proposta, fundamentada na HME e TMP, não se utiliza de análises técnicas ou fundamentalistas – uma vez que são consideradas dúbias, ou não aplicáveis ao pequeno investidor – o modelo de ensino proposto contempla estas informações porque elas existem de fato no ambiente de mercados financeiros. O uso destas informações tem como objetivo deixar claro ao usuário o que elas são, o que elas pregam, e porque não funcionam para ele.

¹⁰ Um dos problemas associado ao uso das fórmulas clássicas para reger o comportamento econômico do mercado financeiro é a possibilidade do usuário investidor descobrir as regras de funcionamento da economia simulada e, com isto, burlar o sistema com uma estratégia de investimento que possa “bater” o mercado.

4.3.3.2 A Criação do Cenário de Investimento

Ao construir um cenário de investimento, o instrutor deve ponderar sobre as seguintes dimensões de informação que devem ser trabalhadas junto aos investidores que participarão do processo de aprendizado de estratégias de investimento:

1. *Duração da simulação*: de quanto tempo será a duração do cenário de investimento? Uma vez que o objetivo é trabalhar no longo-termo, este período deve ser definido em anos (*e.g.*, 30 anos para um cenário de aposentadoria);
2. *Metas de investimento*: que metas serão apresentadas a cada investidor? No decorrer da simulação, mais de uma meta pode ser apresentada ao investidor com os respectivos valores (valor presente). Por exemplo, a troca de carro a cada 4 anos em uma simulação de 30 anos, ou a aquisição de um novo imóvel a cada 8 anos;
3. *Ciclo econômico*: mercados financeiros são o termômetro da economia de uma nação. Uma nação em crescimento é caracterizada por um mercado financeiro em crescimento, ou aquecido (*bullish*). Em contraposição, um mercado fraco (*bearish*) indica uma recessão econômica. Durante a simulação, a economia pode aquecer ou enfraquecer mais de uma vez, em ciclos curtos ou prolongados;
4. *Instrumentos de investimento*: quais instrumentos de investimento serão disponibilizados ao investidor? Em cada país, ou região, existem diferentes formas de canalizar recursos para investimentos (casas de corretagem de ações, bancos, agências de câmbio, imóveis). Estes instrumentos podem ser classificados na curva de eficiência do mercado como ativos de risco variados, ou como ativos livres de risco (Seção 3.4);
5. *Indicadores econômicos*: quais indicadores econômicos serão apresentados ao investidor? Estes indicadores permitem ao usuário compreender como está a economia em que ele está investindo, se ela está aquecida ou enfraquecida (*e.g.*, índice de desemprego, IGP-M, PIB);
6. *Canais de divulgação*: como notícias e relatórios de mercado são apresentados ao investidor? Estas tipo de informação é importante para ensinar ao usuário a melhor forma de leitura dos indicadores econômicos e identificação da conjuntura da economia. Também para discorrer sobre o desempenho dos instrumentos financeiros, disponibilizar cursos (*e.g.*, a estratégia da seção 4.2 seria apresentada por um canal de divulgação) e informativos.

Os itens de 1 a 3 são informações de cunho geral, modeladas no primeiro estágio de formulação do cenário de investimento. Os itens 4 e 5 estão associados a dados quantitativos, enquanto que o item 6 refere-se a dados qualitativos. Um vez respondidas todas estas questões, o instrutor pode construir o cenário de investimento desejado.

A notação do modelo proposto para informações de cunho geral são:

Símbolo	Descrição
dp	Data pretérita, que se refere à data da primeira informação sobre o mercado financeiro apresentada ao usuário investidor;
di	Data início, ou seja, é a primeira data onde o usuário pode realizar um investimento;
df	Data fim, ou seja, a data limite para alcançar as metas financeiras idealizadas;
N	Número de dias entre di e df ;
gt	Limiar de taxa de crescimento anual que divide um mercado enfraquecido (<i>bearish</i>) de um mercado aquecido (<i>bullish</i>) referente ao índice geral do mercado financeiro;

Tabela 4.5. Notação das variáveis gerais do modelo de simulação de mercados financeiros proposto

As metas de investimento são tuplas que contém informações sobre o valor a ser alcançado, a data onde este valor deve estar realizável e a descrição do bem de consumo (Equação 4.2).

Equação 4.2. Notação da tupla de meta de investimento

$$m_i = \{v_i, dr_i, bc_i\}$$

onde $i \in [0, n)$, para n sendo o número de metas; e v_i , dr_i , e bc_i representam o i -ésimo valor, data de realização, e descrição do bem associado à meta m_i , respectivamente.

A caracterização do ciclo econômico para o mercado financeiro ocorre em comparação à taxa de crescimento limiar. Quando a taxa de crescimento do índice geral do mercado para um determinado período, seja g , é inferior a gt , então o mercado está enfraquecido; caso contrário está aquecido (Equação 4.3).

Equação 4.3. Caracterização do ciclo econômico

$$g < gt \Rightarrow \text{bearish}$$

$$g \geq gt \Rightarrow \text{bullish}$$

onde g é uma taxa de crescimento anual do índice de mercado, e gt é o limiar de taxa de crescimento.

4.3.3.3 Geração de Dados Quantitativos

Os dados quantitativos discutidos neste trabalho são séries históricas associadas a variáveis numéricas como indicadores econômicos e instrumentos de investimento. Séries históricas são modeladas neste trabalho conforme Equação 4.4.

Equação 4.4. Modelagem de dados quantitativos através de séries históricas

$$S_i = [desc_i, sdi_i, sdf_i, \{q_{i,t}\}]$$

onde $i \in [0, m)$, para m sendo o número de séries históricas do modelo; $desc$ é a descrição, ou nome, da série S_i ; sdi e sdf representam a data de início e fim da série; e $q_{i,t}$ é a cotação (valor) da i -ésima série na data t , sendo $t \in [sdi_i, sdf_i]$.

A forma de geração destes dados tem como premissa dois fatores característicos: o crescimento por composição; e a variabilidade do crescimento que segue uma função de distribuição normal. Em outras palavras, após analisar diversas séries históricas, observou-se que a maioria dos dados associados a mercados financeiros possuem, curiosamente, um padrão de crescimento por composição de taxas (Equação 4.5), e que

estas taxas podem ser modeladas através de uma função de distribuição normal (Equação 4.6).

Equação 4.5. Modelagem de série histórica por crescimento relativo

$$q_{i,sdi} = k$$

$$q_{i,j} = q_{i,j-1} \cdot (1 + r_j) \text{ ou } r_j = \frac{q_{i,j}}{q_{i,j-1}} - 1$$








onde, $j \in [sdi+1, sdf]$ para uma série i ; e r_j é a taxa de crescimento entre $q_{i,j}$ e $q_{i,j-1}$. O valor k é a constante de origem da série. A taxa r_j pode ser simulada através de uma variável aleatória que segue a função de distribuição normal (e.g., Figura 4-5).

Equação 4.6. Geração de séries conforme o modelo de crescimento relativo

$$r = xS + m$$

onde r é a taxa de crescimento da série (Equação 4.5); x é um vetor de números aleatórios que segue a função de distribuição normal padrão, m e S são a média e o desvio padrão da série simulada.

Além da constatação empírica, existem referências na literatura que sugerem a distribuição normal como explanação para a variável estocástica de taxas de crescimento de séries históricas. Malkiel (1999), apresenta na Tabela 4.6 uma indicação clara do padrão de crescimento normal nas séries históricas do mercado financeiro americano.

Series	Geometric Mean	Arithmetic Mean	Standard Deviation	Distribution
Large-company stocks	11.0%	13.0%	20.3%	
Small-company stocks	12.7	17.7	33.9	
Long-term corporate bonds	5.7	6.1	8.7	
Long-term government bonds	5.2	5.6	9.2	
Intermediate-term government bonds	5.3	5.4	5.7	
U.S. Treasury bills	3.8	3.8	3.2	
Inflation	3.1	3.2	4.5	

-90% 0% 90%

Source: Ibbotson Associates.

^a The 1993 small-company stock total return was 142.9 percent.

Adaptado de Malkiel 1999, p. 205

Tabela 4.6. Estatísticas de desempenho, 1926-97

Na forma de um instrumento de investimento, a média da taxa r de crescimento pode ser interpretada como o retorno esperado no investimento para o período, enquanto que o

desvio padrão representa o risco do instrumento. O desvio padrão de instrumentos de investimento com maior retorno é alto, caracterizando maior risco; e de maneira inversa, esta analogia pode ser empregada para instrumentos de menor risco.

Brigham, Gapenski e Ehrhardt (1999) discutem o modelo de crescimento normal estabelecido por Myron J. Gordon, onde o valor esperado dos dividendos pagos por cota de ação segue uma distribuição normal. Este modelo define que o preço da cota equivale a soma de todos os dividendos pagos até o infinito, descontados para o valor presente (Equação 4.7).

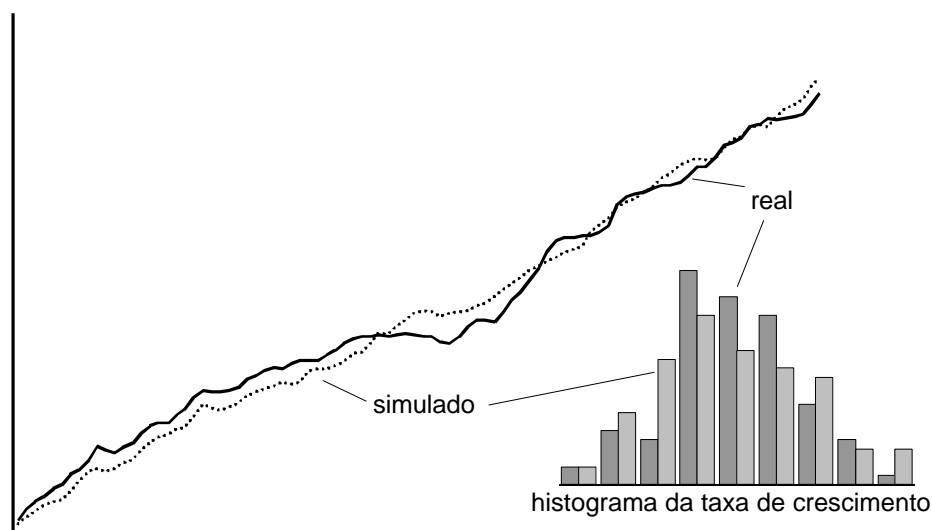
Equação 4.7. Modelo de crescimento constante, ou normal de Myron Gordon

$$\hat{P}_0 = \frac{D_0(1 + \hat{g})}{k_s - \hat{g}}$$

onde P_0 é o preço estimado da ação, D_0 o último dividendo pago, k_s o retorno esperado (constante) e g a taxa de crescimento no dividendo da ação que segue uma função de distribuição normal.

Outra fonte na literatura que reforça o exposto é o modelo de precificação por aproximação log-linear de Campbell e Shiller (1988), Campbell (1991) e Campbell e Ammer (1993). O modelo consolidado por estas referências utiliza-se de uma normalização das séries históricas através de um processo logarítmico para linearizar os dados cuja natureza de crescimento por composição tendem a gerar séries exponenciais.

Considerando a HME, e fundamentado no fato de que a maioria das séries históricas possuem uma padrão de crescimento normal, propõe-se a simulação de dados quantitativos para o cenário financeiro através da escolha, por arbítrio do instrutor, de séries formadas a partir de taxas de crescimento derivadas de números aleatórios com função de distribuição normal.



Fonte: Banco Central, Série 7448, IGP-M (1º Decêndio) da FGV, período de Agosto de 1994 a Julho de 2002.

Série (pontilhada) simulada com Matlab v5, gerador de números aleatórios `randn`, semente [191561423 1067800000]. Busca da semente para ajuste de menor erro com critério de mínimos quadrados em 10.000 iterações.

Figura 4-5. Simulação do IGP-M Brasileiro

No Brasil, o IGP-M (Índice Geral de Preços - Mercado) publicado pela Fundação Getúlio Vargas é um importante indicador financeiro para a taxa de inflação nacional. Entre agosto de 1994 e julho de 2002, a taxa de crescimento mensal média desta série foi de 0,47% ao mês, e desvio padrão de 0,56%. A Figura 4-5 apresenta uma série simulada para ser utilizada em cenários financeiros de sessões de ensino de estratégias de investimento. Para efeito de exemplo, esta série foi encontrada através da geração aleatória de 1.000 séries, com seleção por critério de mínimos quadrados. Com isto demonstra-se que é possível gerar dados quantitativos realísticos.¹¹

No entanto, séries históricas de mercados financeiros não seguem um padrão aleatório independente, ou seja, os dados estão de alguma forma correlacionados. No modelo proposto, estas séries devem ser geradas apresentando um padrão de correlação, conforme previsto na Teoria Moderna de Portfólio. É justamente a correlação entre séries que permite a redução do risco por diversificação (Figura 3-9). Ainda, a Hipótese de Mercado Eficiente prevê que a oscilação em uma série deve ser imediatamente refletida nas demais séries correlacionadas (Seção 3.3), o que deve ocorrer obedecendo alguma proporção derivada da correlação (*i.e.*, T na Equação 4.8).

Uma forma direta de gerar vetores de números aleatórios de uma distribuição normal multivariada (*i.e.*, os vetores de números aleatórios possuem uma matriz de correlação definida) é com base em vetores de números aleatórios independentes da distribuição normal que são multiplicados por uma matriz de pesos, como um fator de Cholesky (Gentle, 1998).

Equação 4.8. Geração de Números Aleatórios de uma Distribuição Normal Padrão Multivariada

$$x = T'z$$

onde T é uma matriz $d \times d$, tal que $T'T = S$ (S é a matriz de correlação); z é um conjunto de d vetores de desvios normais padrão independentes; e x é uma distribuição multivariada normal padrão $N_d(S)$. O fator de Cholesky pode ser utilizado para calcular T a partir de S .

Fonte: Adaptado de Gentle 1998, p. 106

Utilizando-se da Equação 4.8, o modelo permite ao instrutor criar um instrumento de investimento, como um fundo de ação por exemplo, que se propõe a garantir 6% ao ano acima do IGP-M, porém com risco maior. A série simulada na Figura 4-5 pode ser utilizada como série principal na correlação com a sequência de números aleatórios que determinará o crescimento do fundo de ação.

A primeira tarefa do instrutor é encontrar uma série tal que seu comportamento assemelhe-se ao do IGP-M simulado. Supondo o interesse de criar a série do fundo cuja semelhança seja explicada por uma correlação de 0,8 com a série do IGP-M, elabora-se a matriz de correlação S da seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,8 \\ 0,8 & 1 \end{bmatrix}$$

Aplicando a fatoração de Cholesky em S , obtém-se T :

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,8 \\ 0 & 0,6 \end{bmatrix}$$

¹¹ Na construção do cenário hipotético, a escolha da série simulada é de responsabilidade do instrutor. Afinal, o propósito do cenário em construção, seja ele *bullish* ou *bearish*, estável ou instável, faz parte da meta didática idealizada pelo próprio instrutor.

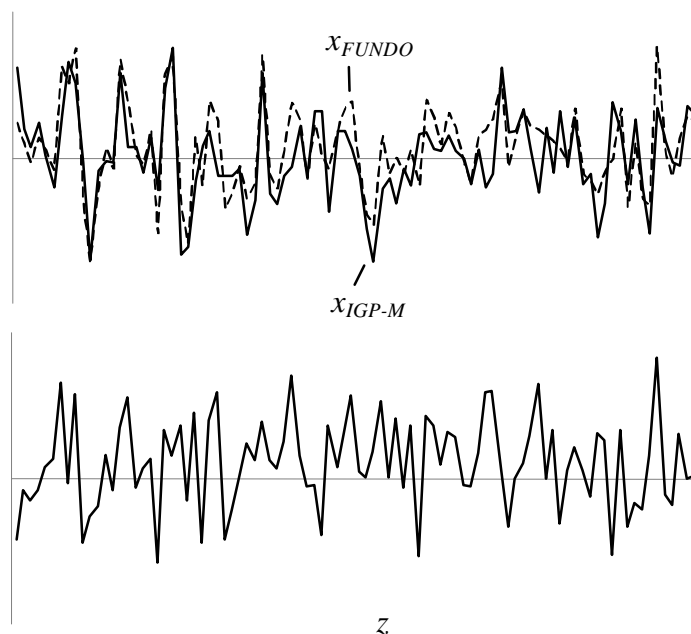
Continuando o exemplo, sejam x_{IGP-M} e x_{FUNDO} os vetores de desvios normais de r_{IGP-M} e r_{FUNDO} , respectivamente (conforme Equação 4.6); x_{FUNDO} pode ser calculado com base na Equação 4.8 da seguinte forma:

$$x_{FUNDO} = x_{IGP-M} \cdot 0,8 + z \cdot 0,6$$

onde z é um vetor de desvios normais padrão independente.

Assim, x_{FUNDO} é uma série de dados quantitativos correlacionada em 0,8 com a série x_{IGP-M} (Figura 4-6). Explorando o último requisito, da garantia de 6% ao ano acima da IGP-M simulada para a série do fundo, o instrutor através de tentativa e erro deve manipular o retorno e o risco do instrumento para obter o efeito desejado, porém não necessariamente nesta ordem:

1. *Retorno*, ou média de crescimento do fundo (μ_{FUNDO}): influencia a tendência de crescimento da série, reforçada pelo poder de juros compostos;
2. *Risco*, ou desvio padrão do crescimento do fundo (σ_{FUNDO}): influencia a oscilação do retorno, sendo que números grandes podem gerar bolhas de mercado no curto prazo (Seção 3.2).



$$r_{x_{IGP-M}, z} = -0,0417 \text{ (i.e. independentes)}$$

$$r_{x_{IGP-M}, x_{FUNDO}} = 0,7915 \text{ (i.e. correlacionadas)}$$

Série z simulada com Matlab v5, gerador de números aleatórios randn, semente [2965500000 2416200000]. Série x_{IGP-M} simulada com semente [191561423 1067800000]. Série x_{FUNDO} calculada por $x_{IGP-M} \cdot 0,8 + z \cdot 0,6$.

Figura 4-6. Simulação de taxas de crescimento correlacionadas: o exemplo do fundo de ação e o IGP-M

Considerando que 6% ao ano equivale a cerca de 56% de crescimento adicional durante os 92 meses do exemplo, os valores de 0,745% e 0,8%¹² ao mês para m_{FUNDO} e s_{FUNDO} (Equação 4.6), respectivamente, satisfazem a meta estabelecida, garantindo ao fim do período um ganho de 56,24% para r_{FUNDO} sobre r_{IGP-M} .

$r_{FUNDO} - r_{IGP-M}$ anual	Observações	Acumulado	Acumulado %
$r < 4\%$	2	2	2,5%
$4\% \leq r < 5\%$	11	13	16,0
$5\% \leq r < 6\%$	17	30	37,0
$6\% \leq r < 7\%$	29	59	72,8
$7\% \leq r < 8\%$	15	74	91,4
$r \geq 8\%$	7	81	100

Nota: O ganho médio sobre a inflação para o período é de 6,31%

Tabela 4.7. Crescimento real (acima da inflação) de um instrumento de investimento: o exemplo do fundo de ação e o IGP-M

Em análise pretérita, para o investidor o fundo de ação é um instrumento de investimento de risco, onde existe a chance de 37% da aplicação não obter a taxa de retorno anual esperada de 6% (Tabela 4.7). Caso exista um segundo instrumento de investimento, como uma nota ou título (*e.g.*, NTN) com garantia de retorno de 5% (após taxas), o investidor deve decidir sobre como alocar o portfólio para atender metas pré-definidas (Seção 4.2).

Em resumo, o modelo proposto adota um tratamento único para geração de dados quantitativos, não impondo às séries históricas nenhuma restrição matemática, que não a do relacionamento através da correlação entre suas taxas de crescimento. A correlação pode ser definida para múltiplas séries, conforme apresentado na Equação 4.8.

Em termos comparativos, a utilização de uma equação de equilíbrio para reger a dinâmica do mercado financeiro torna o funcionamento deste mercado restrito às regras desta equação. Conforme crítica inicial, esta abordagem é muitas vezes utilizada em jogos de investimento, desviando o foco do instrutor da criação de um cenário de investimento para criação de um cenário econômico, fundamentado em variáveis macro-econômicas e em modelos de situações específicas.

4.3.3.4 Geração de Dados Qualitativos

Informações sobre séries históricas de indicadores financeiros e instrumentos de investimento não são suficientes para ensinar o pequeno investidor a operar em mercados financeiros. A mídia divulga, através de seus canais, informações definidas nesta seção como dados qualitativos. Este tipo de informação possui efeitos diversos nos investidores e ilustram condições de mercado.

O modelo proposto estabelece a criação de um portal de notícias onde os dados qualitativos devem estar apresentados. Por simplicidade, um dado qualitativo é referido neste trabalho como evento. A notação para evento está descrita na Equação 4.9.

Equação 4.9. Modelagem de dados qualitativos através de eventos

$$e_i = \{t_i, desc_i\}$$

onde e_i é o i -ésimo evento do cenário; t e $desc$ são o tempo de ocorrência e a descrição do evento.

¹² Estes valores foram obtidos rapidamente, fixando o risco em uma taxa arbitrária – 0,8% no caso – e encontrando a taxa de retorno que garantisse 56,24% de ganho sobre a inflação ao final do período.

Este trabalho classifica os eventos de mercados financeiros em 4 categorias:

1. *Artigos sobre a HME e TMP*: Em momentos chave, os conceitos discutidos no Capítulo 2 e na Seção 4.2 devem ser apresentados ao investidor, com o objetivo de incentivar a elaboração de uma estratégia de investimento pessoal baseada em técnicas passivas e com metas claras para o longo termo;
2. *Informações de estado*: Mais de 1.300 notícias analisadas durante as pesquisas deste trabalho levam a conclusão de que o formato de muitas notícias veiculadas por canais especializados é de caracterização ou constatação sobre o estado do mercado, livre de previsões ou sugestões de comportamentos futuros;
3. *Recomendações e Previsões*: Este trabalho afirma com base na HME que recomendações ou previsões sobre o comportamento futuro do mercado são irrelevantes para a composição do portfólio do pequeno investidor. Este tipo de informação usualmente provém de analistas técnicos ou fundamentalistas. Contudo, estas informações estão presentes na rotina do investidor, e devem ser incluídas como tal;
4. *Colunas de “gurus”*: Os gurus do mercado são colunistas, ou autores de livros, que vendem fórmulas para investidores alcançarem sucesso na construção de portfólios. Malkiel (1998) prevê que dos milhares de auto-intitulados conhecedores do mercado, apenas alguns gurus se destacam por suas predições, por simples acaso probabilístico, considerando o tamanho da população (*e.g.*, se diversas pessoas apostam apenas em “cara” ao atirar a moeda, é possível que algumas consigam estar corretas por algum tempo, mas não todo o tempo);

A geração de dados qualitativos do tipo “1” é de responsabilidade do instrutor. São dados que devem ser postados no portal de notícias na forma de uma coluna que discute estratégias de investimento passivas.

Os dados qualitativos do tipo “2”, “3” e “4” devem ser gerados automaticamente através de um sistema baseado em conhecimento (*i.e.*, *Knowledge Based Systems* – KBS), adaptado para trabalhar com as séries históricas dos dados quantitativos. Isto é, a partir de movimentos de mercado, notícias são geradas e postadas de maneira automática no portal de notícias. Este tipo de tecnologia, fundamentado em conceitos de inteligência artificial e bancos de dados temporais, é apresentado neste trabalho como um KBS temporal.

4.3.3.5 KBS Temporal para Geração Automática de Notícias

Sistemas Baseados em Conhecimento têm sido amplamente discutidos, utilizados e adaptados na literatura (Waterman, 1986; Durkin, 1994). Esta seção apresenta uma nova adaptação deste tipo de sistema para operação com dados de natureza temporal, com o objetivo de gerar notícias sobre mercados financeiros.

KBS diferem da programação tradicional porque estes processam conhecimento, em oposição a dados ou informação. O conhecimento é representado na forma de regras lógicas, ou de produção, que são armazenadas em uma base de dados.

As regras de um KBS representam conhecimento, organizadas em estruturas do tipo causa e consequência (Equação 4.10).

Equação 4.10. Regras de Produção de um KBS

$$R = \bigcup_i r_i: \text{SE } \textit{condição}_i \text{ ENTÃO } \textit{ação}_i$$

onde R é a base de regras; r_i é a i -ésima regra, contendo condição e ação.

O ponto forte de um KBS é sua capacidade de fazer inferências a partir premissas. Em outras palavras, é sua capacidade de processar regras. O processamento de regras em um KBS é feito por um motor de inferência, com o propósito de traçar conclusões. Isto é precisamente o que torna KBS um sistema inteligente.

Existem duas alternativas de funcionamento para um motor de inferência: encadeamento para frente (*forward chaining*) e encadeamento para trás (*backward chaining*). O encadeamento para frente examina o estado corrente da base de conhecimento, encontra as regras cujas condições podem ser satisfeitas a partir de dados conhecidos, e adiciona as conclusões daquelas regras à base de conhecimento. O encadeamento para trás funciona no sentido reverso, ou seja, tenta-se provar uma conclusão confirmando a verdade de todas as suas premissas. Este funcionamento é conhecido como “orientado-a-metas”. Os estudos realizados nesta seção utilizam-se do encadeamento para frente como forma de inferência da base de conhecimento.

Neste trabalho, a necessidade que originou a adaptação do KBS para lidar com as séries históricas foi o gerenciamento adequado da publicação de notícias, evitando, por exemplo, que notícias duplicadas fossem emitidas sequencialmente.

Em um banco de dados relacional temporal, existe a noção de tempo de vida (*lifespan*), ou duração, que representa a dimensão temporal da informação, ou seja, determina os momentos em que o dado é relevante para os usuários da base de dados e suas aplicações (Tansel et al. 1993). O conceito de *lifespan* permite o desenvolvimento de um corpo de teoria abrangendo modelo de dados relacional histórico (i.e., *Historical Relational Data Model* – HRDM) à linguagens de consulta temporais (e.g., HSQL).

Analogamente, é proposta a modificação da base de regras de KBS (Equação 4.10) para incluir o conceito de *lifespan*, como apresentado na Equação 4.11.

Equação 4.11. Regras de Produção de um KBS Temporal

$$R = \bigcup_i r_i\{T\}: \text{SE } \textit{condição}_i \text{ ENTÃO } \textit{ação}_i$$

onde R é a base de regras; r_i é a i -ésima regra com *lifespan* T , contendo condição e ação; e

$$T = \{\dots t_j, t_{j+1}, \dots | t_j <_T t_{j+1}\}.$$

Seguindo Tansel et al. (1993), o *lifespan* T da Equação 4.11 é o conjunto de “tempos” isomorfos aos números naturais, tornando a representação do tempo como intervalo ou ponto uma simples conveniência. A notação $t_j <_T t_{j+1}$ equivale a dizer que t_j ocorre antes de t_{j+1} e, por consequência, T possui sempre seus componentes ordenados cronologicamente.

Para o motor de inferência do KBS temporal, a condição de disparo de uma regra r_i deve incorporar a restrição de que a regra está disponível para um tempo t da simulação apenas se $t \in T_i$ (*lifespan* da i -ésima regra). Um regra que pode ser disparada a qualquer momento possui $T = [di, df]$ (Tabela 4.5).

Uma das ações permitidas como conclusão de regras é a suspensão da ativação da regra por tempo determinado/indeterminado. O comando *suspender* pode ser utilizado da seguinte forma:

suspender n

onde *n* é o número de “tempos” o qual a regra deve ser suspensa. Isto equivale a modificar *T*, conforme $T \leftarrow T - [\text{NOW}, \text{NOW}+n]$ (*NOW* é a notação para o tempo atual seguindo o HRDM).

Se *n* é omitido, a regra é suspensa indefinidamente, ou seja $T \leftarrow \{ \emptyset \}$.

A Tabela 4.8 apresenta os comandos e operadores previstos como ação para o KBS temporal utilizado para gerar dados qualitativos. A Tabela 4.9 apresenta exemplos de regras de produção derivadas de notícias obtidas nas atividades de pesquisa deste trabalho.

Em resumo, o KBS temporal é utilizado para geração dos dados qualitativos, ou eventos (Equação 4.9). O processo de geração destes dados muitas vezes está vinculado aos dados quantitativos previamente gerados. Como exemplo, a Tabela 4.9, ilustra regras cujas premissas estão associadas à oscilação ou modificação de séries históricas no tempo (*e.g.*, Regra 3). O tempo crescendo progressivamente fornece as condições para geração de eventos. O controle do tempo é realizado por um simulador proposto (Parte II – Figura 4-4).

Comandos	Descrição
<i>suspender [n]</i>	Suspende a regra por <i>n</i> períodos, se <i>n</i> é omitido suspende a regra por tempo indeterminado.
<i>resumir [n]</i>	Resume a regra por <i>n</i> períodos: $T \leftarrow T + [\text{NOW}, \text{NOW}+n]$. Se <i>n</i> é omitido, ativa a regra indefinidamente: $T \leftarrow T + [\text{NOW}, df]$
<i>crescimento série [período]</i> ou <i>cresc série [período]</i>	Calcula a taxa de crescimento da <i>série</i> para o período definido, ou para toda a série (se <i>período</i> é omitido), conforme Equação 4.5: <i>crescimento S₅ 3 anos</i> <i>crescimento S₂ 18 meses</i> <i>crescimento S₁</i>
<i>postar evento</i>	<i>Evento</i> é criado e inserido no cenário: <i>postar</i> 20/10/2002 “IBOVESPA cresce 32% no último ano”
<i>operadores lógicos e matemáticos</i>	Operadores lógicos (<i>e.g.</i> , de comparação, booleanos), e matemáticos (<i>e.g.</i> , operações de soma) são permitidos para operações com séries e constantes em expressões de condição (premissa) da regra: <i>SE cresc IBovespa 1 ano > 30%</i> <i>ENTÃO ...</i> <i>SE cresc Dow 1 ano – cresc NASDAQ 1 ano > 5%</i> <i>ENTÃO ...</i>

Tabela 4.8. Comandos permitidos em regras do KBS temporal

#	T	Regra
1	<i>di</i>	<p>SE <i>true</i>*</p> <p>ENTÃO POSTAR <i>di</i></p> <p>“Seja Bem-Vindo ao Cenário BRASIL 2002-2020. Este cenário contempla instrumentos de investimento de baixo risco (títulos do governo e empresas), de médio risco (fundos de renda fixa), e de alto risco (fundos de ação). (...)”</p> <p><i>Exemplo de postagem de mensagem de boas-vindas, introduzindo ao investidor as informações iniciais para ambientação no cenário de investimento criado pelo instrutor.</i></p>
2	<i>di + 3 meses</i>	<p>SE <i>true</i>*</p> <p>ENTÃO POSTAR <i>di + 3 meses</i></p> <p><u>“Investimento Online</u></p> <p>A linha entre corretagem tradicional e <i>online</i> estão desaparecendo, ao passo que muitas corretoras estão expandindo suas ofertas <i>offline</i> para atender as necessidades do consumidor. (<u>Clique Aqui</u>)”</p> <p><i>Exemplo de postagem de informativo sobre o crescimento no número de casas online de corretagem. Derivado de notícia publicada em 11 de Junho de 2001 no The Wall Street Journal, Special Report.</i></p>
3	[<i>di,df</i>]	<p>SE crescimento Dow 3 meses > crescimento Dow 6 meses</p> <p>ENTÃO POSTAR <i>NOW</i>**</p> <p><u>“Alerta de Mercado</u></p> <p>Ações de tecnologia disparam depois de 6 meses de queda, porém as ações dos medalhões do mercado permaneceram fracas porque oscilações nos ganhos pesaram sobre o mercado. O índice Dow cresceu <crescimento Dow 3 meses> % nos últimos 3 meses.”</p> <p>SUSPENDER</p> <p><i>Exemplo de notícia baseada em uma série “Dow”, essencialmente tecnológica, comunicando o reaquecimento do mercado após 3 meses de baixa. Derivado de notícia publicada em 24 de Março de 1991 no The Wall Street Journal, Coluna Market Alert. Após emitida, a notícia é suspensa da base de regras, para não ser mais disparada.</i></p>
4	[<i>di,df</i>]	<p>SE crescimento Mercado 10 dias > 20 × crescimento Mercado 1 ano</p> <p>E crescimento Mercado 1 ano < 15%</p> <p>ENTÃO POSTAR <i>NOW</i>**</p> <p><u>“Novidades do Mercado</u></p> <p>A rápida recuperação do mercado nos últimos dias é sinal de que o longo período do urso está terminando. João Grafista, analista técnico da <i>Lenders and Blenders</i>, garante que o padrão histórico do crescimento configura uma situação positiva, propícia para investimentos no mercado de ações.”</p> <p>SUSPENDER 1 ano</p> <p><i>Exemplo de notícia baseada na série do “Mercado”, orientada à previsão de movimentações futuras. Derivado de notícias encontradas em websites de análise técnica. Após emitida, a notícia é suspensa por um ano da base de regras.</i></p>

* *true* é a constante utilizada para disparar a regra sempre, como no caso de postagem de notícias elaboradas manualmente pelo instrutor.

** *NOW* é a constante que refere-se ao tempo corrente.

As regras 1 e 2 geram notícias e informativos para ensino de mercados financeiros ao investidor. A regra 3 gera uma simples notícia de estado. A regra 4 gera uma típica coluna de “guru”.

Tabela 4.9. Exemplos de regras do KBS temporal

4.3.4 Parte II – Simulação do Investimento

Simulação é um conceito explorado em diversos sistemas para eliminar barreiras envolvidas com a experimentação de modelos ou hipóteses em condições de mundo real. A simulação tem sido aceita e empregada como uma ferramenta técnica que permite a analistas, dos mais diversos segmentos, a verificar ou encaminhar soluções, com a profundidade desejada aos problemas com que lidam diariamente (Banks, 1999).

Simulação é o processo de projetar o modelo de um sistema real e conduzir experimentos dentro deste modelo. O objetivo é compreender seu comportamento e avaliar as estratégias para a operação do sistema. A simulação deve abranger a construção do modelo bem como a sua experimentação. É uma metodologia experimental e aplicada que procura descrever o comportamento do sistema, construir teorias ou hipóteses que descrevam o comportamento observado e finalmente usar o modelo para fazer previsões futuras, os efeitos produzidos por trocas no sistema ou no seu método de operação. Simulação é um processo amplo, compreendendo não somente a construção de um modelo, que permita imitar o comportamento de um sistema real, mas também todo o método experimental que dele advém (Banks, 1999).

A Parte II do modelo proposto utiliza-se de técnicas de simulação para permitir a interação do investidor com o cenário criado pelo instrutor. É recomendado que o processo de simulação proposto seja construído na forma de tecnologia *web*, facilitando para o investidor o acesso ao ambiente simulado. Contudo, as especificações contidas nesta seção não restringem o uso de outras tecnologias.

Considerando a categorização descrita em Banks (1999), o simulador proposto pode ser classificado da seguinte forma:

1. *Visual* (em oposição a *Simbólico*): O simulador é visual, envolvendo a construção de uma interface para interação com o investidor, contendo notícias, gráficos, imagens, fórmulas, etc.;
2. *Discreto* (em oposição a *Contínuo*): O tempo de simulação é discreto porque encontra-se dividido em células de iteração (*i.e.*, intervalos de tempo), onde o investidor pode, a cada passo, analisar o mercado e movimentar sua carteira de investimento;
3. *Determinístico* (em oposição a *Estocástico*): O sistema é determinístico porque o cenário construído é imutável, previamente construído pelo instrutor. Ações do investidor não afetam o comportamento dos dados simulados;
4. *Aberto* (em oposição a *Fechado*): A simulação é aberta porque contém um espaço para cada investidor trabalhar em sua carteira de investimento, permitindo a entrada iterativa de comandos de manutenção do portfólio e inspeção ou análise de condições do mercado;
5. *Dinâmico* (em oposição a *Estático*): O tempo influencia na transformação do cenário de investimento, evoluindo progressivamente, em estágios de iteração, até a data final da simulação;
6. *Orientado ao Tempo* (em oposição a *Eventos*): O sistema muda com o tempo, independente das ações do usuário investidor. O conceito de relógio é utilizado para controlar a evolução do cenário.

4.3.4.1 Relógio da Simulação

A apresentação do cenário ao investidor, incluindo todos os dados quantitativos e qualitativos, é controlada pelo relógio da simulação, notado por Ψ .

A evolução de Ψ ocorre discretamente, no período $[di, df]$. Em um determinado momento, as informações que constituem o cenário são apresentadas na Equação 4.12.

Equação 4.12. Caracterização da evolução do Cenário no tempo

$$Cenário = \left\{ \begin{array}{l} S_i \mid S(q_{i,t}) \leq_T \Psi \\ e_i \mid e_i(t) \leq_T \Psi \end{array} \right\}$$

onde S_i são as séries históricas (Equação 4.4), e_i são os eventos (Equação 4.9), e ambas as informações encontram-se restritas no tempo até Ψ .

O tempo é dividido em intervalos, criando ciclos de simulação. O número de ciclos no modelo simulado é referido por nc . A duração de um ciclo é o número de dias (virtual) total da simulação (N – Tabela 4.5) dividido por nc . Ou seja, N/nc determina a duração de cada ciclo em dias simulados.

4.3.4.2 Etapas da Simulação

A sequência de simulação deve obedecer 6 etapas consecutivas e não sobrepostas, da seguinte forma:

1. Definição das Regras da Simulação;
2. Alimentação do Cenário;
3. Cadastramento dos Investidores;
4. Ativação do Ambiente de Investimento;
5. Evolução Interativa do Cenário;
6. Encerramento.

4.3.4.3 Definição das Regras da Simulação

A primeira etapa da Parte II do modelo proposto é a definição das regras da simulação. O instrutor deve informar ao simulador os dados de cunho geral (Tabela 4.5), como por exemplo a data de início (di) e data de fim da simulação (df).

Nesta etapa, também deve ser definida a relação entre o tempo real e o tempo simulado. Seja N o número total de dias entre di e df , se a simulação deve durar 30 ciclos (*i.e.*, $nc = 30$), então a cada ciclo o cenário deve evoluir $N/30$ dias.

Finalmente, as metas (Equação 4.2) para o cenário devem ser caracterizadas, sendo que todos os investidores devem realizar suas ações de investimento e gerenciamento de portfólio para alcançar estas metas.

4.3.4.4 Alimentação do Cenário

Em uma segunda etapa, o instrutor alimenta o simulador com o cenário criado. Testes de consistência de informação podem confirmar a adequação do cenário à informação fornecida. Por exemplo, todos os dados quantitativos e qualitativos devem possuir intersecção no tempo com o intervalo $[di, df]$ da simulação.

4.3.4.5 Cadastramento dos Investidores

Com o cenário preparado e as regras de simulação definidas, o simulador proposto está apto a aceitar o cadastramento dos investidores. No modelo proposto, o investidor é representado conforme Equação 4.13.

Equação 4.13. Representação do Investidor no Modelo Proposto

$$I = [vsm, g, cash, \{pmt\}]$$

onde o investidor I possui um valor de salário mensal vsm , corrigido anualmente pelo fator g . Inicialmente, o investidor possui um saldo para investimento ($cash$), e ao final da simulação realizou pagamentos (pmt) para alcançar as metas estabelecidas. A princípio $pmt = \{ \emptyset \}$.

4.3.4.6 Ativação do Ambiente de Investimento

O ambiente de investimento constitui o cenário de investimento, a definição das regras de investimento da simulação, e o conjunto de usuários que participarão do processo de aprendizado de investimento.

Uma vez definida estas informações, o ambiente está pronto para ser ativado e iniciar a simulação, dando sequência à evolução do cenário.

Em uma implementação do modelo proposto através de tecnologia da *Internet*, a ativação do ambiente de investimento se caracterizaria pelo envio de um *email* a cada usuário investidor da senha de ingresso e URL para participação da sessão de ensino.

4.3.4.7 Evolução Interativa do Cenário

A etapa mais importante no processo de simulação do ambiente de investimento é a evolução do cenário através do relógio da simulação (Equação 4.12). Durante a evolução do cenário, o investidor recebe as informações quantitativas e qualitativas descritas na Parte I do modelo, e que constituem a ambientação e permitem a experimentação de estratégias de investimento para o investidor. Interativamente, o investidor, nesta etapa, passa a manter sua carteira de investimento com o objetivo de rastrear as metas estabelecidas pelo instrutor.

As ações permitidas pelo investidor para manutenção da carteira de investimento e realização de metas de investimento estão apresentadas na Tabela 4.10.

Ação	Descrição
comprar <i>cotas instrumento</i>	<i>cotas</i> do <i>instrumento</i> de investimento são compradas, considerando a cotação do dia e taxas de corretagem associadas ao instrumento. A ação é somente permitida se o valor da compra for inferior ou igual ao <i>cash</i> .
vender <i>cotas instrumento</i>	<i>cotas</i> do <i>instrumento</i> de investimento são vendidas, considerando a cotação do dia e taxas de corretagem associadas ao instrumento. A ação é somente permitida se o número de cotas vendido for inferior ou igual ao número de cotas em posse do investidor.
realizar <i>pagamento meta</i>	Realiza o pagamento <i>pmt</i> do investidor (Equação 4.13) associado a <i>meta</i> . A ação somente é permitida se o pagamento for inferior ou igual ao <i>cash</i> .

Tabela 4.10. Ações na Manutenção da Carteira de Investimento

A evolução do cenário também deve contar com o incremento do *cash* com um percentual do salário do investidor recebido mensalmente, caracterizando uma situação

real onde parte da receita é destinada para investimento. Esta característica permite ao usuário investidor exercitar um conceito primordial do modelo proposto, que é a amortização do custo do dinheiro (pág. 45). Outras características, também importantes e associadas a estratégia passiva proposta, são exercitadas no decorrer da interação com o cenário de investimento: o poder dos juros compostos e o foco no longo termo.

4.3.4.8 Encerramento

A evolução iterativa do cenário encerra-se quando o relógio de simulação Ψ alcança df com a realização do último ciclo de investimento. Nesta etapa, a simulação é congelada e impede-se toda e qualquer ação por parte do investidor. A sessão de ensino avança para a Parte III do modelo proposto, com a inspeção da performance do investidor.

4.3.5 Parte III – Análise de Performance

A terceira parte do modelo proposto constitui na análise de performance do investidor. O desempenho de um investimento pode apenas ser medido em retrospecto, de forma histórica (Melnikoff, 1998). O uso da tecnologia de simulação descrita na Parte II oferece a possibilidade para que o pequeno investidor aperfeiçoe e teste estratégias pessoais, derivadas das regras básicas discutidas na Seção 4.2. Em um curto espaço de tempo, o usuário desenvolve a percepção dos benefícios do longo termo para investimentos e crescimento do patrimônio pessoal.

A Parte III constitui na medição do desempenho, em retrospecto, das ações de manutenção do portfólio do investidor. Esta medição, ou análise, é feita em duas dimensões: relação entre risco e retorno; e alcance das metas.

4.3.5.1 Risco versus Retorno

A todo momento, é possível calcular o montante investido e materializado nos instrumentos de investimento do qual o investidor possui cotas. Este é o saldo de suas contas de investimento.

A variação do saldo do investimento no tempo constitui mais uma série histórica, mensurável e passível de inspeção conforme Equação 4.5 e Equação 4.6. Ao longo do tempo, estas medidas de taxa de crescimento média (retorno) e desvio padrão (risco) podem ser calculadas para avaliar a relação entre risco e retorno da carteira do investidor.

Desta forma, propõe-se nesta etapa a realização de uma discussão entre o instrutor e os investidores, com base nos desempenhos dos portfólios individuais e do grupo. Considerando a TMP, é recomendado que também seja calculado e apresentado o portfólio canônico, ou de mercado (Figura 3-12), que conforme Markowitz (1952) caracteriza-se pela melhor relação entre risco e retorno para ativos de risco.

4.3.5.2 Obtenção das Metas

Finalmente, considerações sobre o ciclo de vida do investimento frente à obtenção de metas agregam um ponto importante à discussão sobre o desempenho do investidor. Considerando uma meta m (Equação 4.2) e um pagamento pmt (Equação 4.13) associado à meta, o sucesso do portfólio do investidor é mensurável conforme Equação 4.14.

Equação 4.14. Medida de Sucesso do Investidor na Obtenção de Metas

$$sucesso = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{pmt_i}{m_i}}{n}$$

onde sucesso é uma taxa, tal que 100% é o ideal; m e pmt é a meta estabelecida pelo instrutor e o pagamento da meta pelo investidor, respectivamente.

4.3.5.3 Outras Medidas de Desempenho

Melnikoff (1998) discute medidas de desempenho apropriadas para investidores. Este trabalho deixa a critério do instrutor expandir a discussão sobre a performance do investimento, utilizando-se de exemplos locais à situação, ao cenário criado, e ao grupo de investidores que participou da sessão de ensino.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 Introdução

Esta seção apresenta um estudo de caso que formula as bases de um cenário de investimento, cria dados quantitativos e qualitativos, ilustra as ações do usuário investidor no processo de simulação, e analisa o desempenho das carteiras de investimento.

5.2 Parte I – Criação do Cenário de Investimento

O primeiro passo a ser realizado, de acordo com o modelo proposto, é a construção do cenário de investimento (Figura 4-4). Esta atividade é de responsabilidade do instrutor, o qual determina as informações gerais sobre o cenário, assim como seus dados quantitativos e qualitativos.

5.2.1 Informações Gerais

O objetivo do cenário deste caso é introduzir ao usuário investidor a essência de investir no longo termo rastreando objetivos. Cenários subsequentes se estenderiam em complexidade, passando a incluir regras como taxas de administração, depósitos mínimos e movimentação mínima para instrumentos de investimento; e fatores adversos como inflação.

As informações de cunho geral conforme descrita na Tabela 4.5 são:

Símbolo	Descrição	Valor
dp	Data pretérita	01/01/2000
di	Data início	01/01/2003
df	Data fim	31/12/2021
N	Número de dias entre di e df ;	6.940 dias ou 240 meses
gt	Limiar de taxa de crescimento anual	0% (PIB)

Tabela 5.1. Informações de cunho geral do estudo de caso

A meta de investimento conforme Equação 4.2 ($n = 1^{13}$) é:

$$m_I = \{ \$600.000, 31/12/2021, \text{“suplemento para a aposentadoria”} \}$$

ou seja, a meta deste cenário é após 20 anos de simulação acumular \$600.000 como suplemento à aposentadoria.

5.2.2 Dados Quantitativos

As séries históricas utilizadas neste estudo de caso contemplam 16 instrumentos de investimento de riscos e retornos diversos, e 1 série como indicador econômico para ilustrar a condição da economia simulada (PIB).

Estas séries conforme Equação 4.4 ($m = 17^{14}$) são:

$$S_1 = [\text{“PIB”}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{PIB}\}]$$

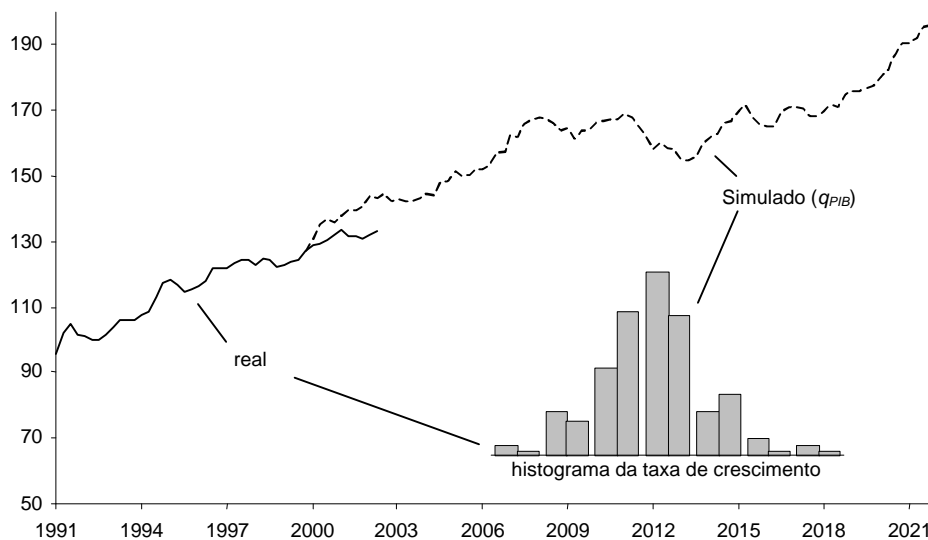
¹³ Número de metas

¹⁴ Número de séries

$S_2 = [\text{"Fundo de Renda Fixa Referenciados DI - A1"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{A1}\}]$
 $S_3 = [\text{"Fundo de Renda Fixa Referenciados DI - A2"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{A2}\}]$
 $S_4 = [\text{"Fundo de Renda Fixa Referenciados DI - A3"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{A3}\}]$
 $S_5 = [\text{"Fundo de Renda Fixa Referenciados DI - A4"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{A4}\}]$
 $S_6 = [\text{"Fundo de Renda Fixa - B1"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{B1}\}]$
 $S_7 = [\text{"Fundo de Renda Fixa - B2"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{B2}\}]$
 $S_8 = [\text{"Fundo de Renda Fixa - B3"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{B3}\}]$
 $S_9 = [\text{"Fundo de Renda Fixa - B4"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{B4}\}]$
 $S_{10} = [\text{"Fundo de Multiriscos - C1"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{C1}\}]$
 $S_{11} = [\text{"Fundo de Multiriscos - C2"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{C2}\}]$
 $S_{12} = [\text{"Fundo de Multiriscos - C3"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{C3}\}]$
 $S_{13} = [\text{"Fundo de Multiriscos - C4"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{C4}\}]$
 $S_{14} = [\text{"Fundo de Ações - D1"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{D1}\}]$
 $S_{15} = [\text{"Fundo de Ações - D2"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{D2}\}]$
 $S_{16} = [\text{"Fundo de Ações - D3"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{D3}\}]$
 $S_{17} = [\text{"Fundo de Ações - D4"}, 01/01/2000, 31/12/2021, \{q_{D4}\}]$

5.2.2.1 Indexador de Mercado

O PIB (S_1) é a referência para a medida de produção da economia brasileira. É interpretado sob três óticas: produção, despesa e renda. Também pode ser utilizado como deflator. Neste estudo de caso, é simplesmente uma referência sobre a condição da economia, para identificação de cenários *bullish* ou *bearish*. A geração de S_1 ocorre conforme Equação 4.5 e Equação 4.6. A Figura 5-1 apresenta q_{PIB} para o período de simulação, e também o PIB real de 1991 a 2002. De forma empírica, é possível antever um período de baixo crescimento entre 2010 e 2016, aleatoriamente gerado pela sequência de números da série r_{PIB} .



Fonte: Banco Central, Série 1253, PIB trimestral (1990=100) do IBGE, dados dessazonalizados a preço de mercado, período de 1991-1T à 2002-2T

Série (pontilhada) simulada com Matlab v5, gerador de números aleatórios randn , semente [3680061952 227484900], $q_{2000-1T} = 127,04$, $m_{aa} = 1,96\%$ $\sigma_{aa} = 3,01\%$.

Figura 5-1. Simulação do indexador de mercado: PIB

Considerando o limiar de crescimento gt igual a 0%, a Figura 5-2 ilustra os períodos considerados *bullish* e *bearish* para este estudo de caso.

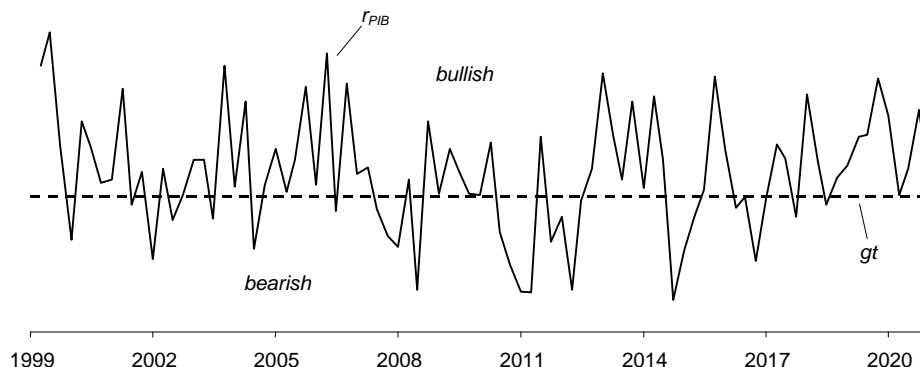


Figura 5-2. Taxa de crescimento do PIB simulado (r_{PIB}), e o corte indicador de estado de mercado

5.2.2.2 Fundos de Renda Fixa

As séries S_2 à S_9 representam os fundos de renda fixa, e são os mais importantes do mercado financeiro brasileiro, concentrando 75% dos 480 bilhões de reais investidos na indústria de fundos no país (Gradilone, 2002).

Esta principal categoria de instrumentos financeiros caracteriza-se por instrumentos de investimento de baixo risco quando comparados a outros instrumentos disponíveis no mercado. Os fundos DI, uma subdivisão dos fundos de renda fixa, são fundos passivos de menor risco cuja rentabilidade acompanha os Certificados de Depósito Interbancários (CDI) – a taxa de juro de empréstimo entre bancos¹⁵. Outros fundos de renda fixa permitem-se a investir em títulos de empresas privadas ou em títulos corrigidos pela inflação, cujo desempenho não necessariamente acompanha os juros referenciais e, não obstante, tornam-se mais arriscados.

5.2.2.3 Fundos de Multirisco e de Ações

As séries S_{10} à S_{17} representam os fundos de multirisco e de ações. Mais arriscados, estes fundos investem em ações de empresas negociadas nas bolsas de valores. Em termos de Brasil, estes fundos são tradicionalmente menores. Contudo, os portais financeiros estão popularizando estes instrumentos de investimento entre os pequenos investidores (Diniz, 2002).

Ordenando por risco, a oscilação no retorno de fundos de multirisco é inferior ao de fundos de ações. Fundos multiriscos permitem-se investir em vários tipos de ativo, e com isso reduzir variações no rendimento (Diegues, 2002).

5.2.2.4 Risco versus Retorno

Considerando a descrição dos instrumentos de investimento S_2 à S_{17} , e também de números derivados do Guia de Fundos de Investimento da revista Exame de Agosto de 2002, o estudo de caso define a relação entre risco e retorno para cada categoria investimento conforme Tabela 5.2.

¹⁵ Para um maior aprofundamento sobre o assunto, ver Fortuna, 2000.

	Retorno Anual Médio	Índice de Risco volatilidade do retorno ano a ano
Fundo de Ações	25%	12,0%
Fundo de Multirisco	20	4,0
Fundo de Renda Fixa	18	2,5
Fundo de Renda Fixa Referenciado DI	16	1,4

Tabela 5.2. Retorno anual total desejado para categorias de ativos do estudo de caso no período de 2000 a 2021

Utilizando a mesma abordagem descrita na Seção 4.3.3 obtém-se as séries A_i , B_i , C_i , e D_i cujas características de risco e retorno estão de acordo com os valores definidos na Tabela 5.2. Estas séries possuem correlação de 0,4 com o índice de mercado, obtida conforme Equação 4.8. A Tabela 5.3 ilustra o risco e retorno dos ativos obtidos.

		Retorno Anual Médio	Índice de Risco volatilidade do retorno ano a ano
Fundo de Ações	D1	23,76%	10,25%
	▪ retorno médio: 24,11%	D2	25,69
	▪ risco médio: 11,55%	D3	22,02
		D4	24,97
Fundo de Multirisco	C1	20,86%	4,35%
	▪ retorno médio: 20,47%	C2	19,66
	▪ risco médio: 3,97%	C3	20,31
		C4	21,03
Fundo de Renda Fixa	B1	17,97%	2,68%
	▪ retorno médio: 17,91%	B2	18,62
	▪ risco médio: 2,49%	B3	17,61
		B4	17,43
Fundo de Renda Fixa Referenciado DI	A1	15,83%	1,38%
	▪ retorno médio: 16,00%	A2	15,91
	▪ risco médio: 1,41%	A3	16,26
		A4	16,01

Séries geradas sequencialmente com Matlab v5, gerador de números aleatórios `randn`, semente [362436069 521288629].

Tabela 5.3. Risco e retorno dos instrumentos financeiros do estudo de caso

A princípio, a correlação máxima encontrada entre as séries geradas é de 0,156, o que equivale a se aceitar que não estão correlacionadas (*i.e.*, independentes). Em etapa seguinte, a correlação de 0,4 entre os instrumentos de investimento e o indexador de mercado é feita por categoria de ativo, utilizando-se a matriz de correlação S onde a primeira coluna é para a série de mercado, e as quatro colunas subsequentes são as séries dos ativos a serem correlacionados:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0,4 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0,4 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0,4 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0,4 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Aplicando a fatoração de Cholesky em S , obtém-se T , conforme:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,40 & 0,40 & 0,40 & 0,40 \\ 0 & 0,92 & -0,17 & -0,17 & -0,17 \\ 0 & 0 & 0,90 & -0,21 & -0,21 \\ 0 & 0 & 0 & 0,87 & -0,27 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,83 \end{bmatrix}$$

Multiplicando T com indexador de mercado e os ativos financeiros obtém-se os dados quantitativos em sua forma final, cuja correlação média entre o mercado e os ativos é de 0,42 (*i.e.*, próximo da definição de 0,4) e a correlação média absoluta entre os ativos fica 0,1529 (*i.e.*, relativamente independentes).

5.2.3 Dados Qualitativos

O estudo de caso compreende o período entre 2003 e 2021, tendo como meta única para o investidor alcançar a soma de \$600.000 ao fim da simulação. Neste estudo, a tutela ao investidor ocorre por meio do *material de apoio* divulgado como dado qualitativo, que apresenta meios de controle para alcançar o objetivo de longo termo. Mudanças nos retornos e riscos dos ativos financeiros devem ser fornecidas como *informações de estado*. Para “distrair a atenção do investidor”, *recomendações e previsões* determinam a última categoria dos dados qualitativos apresentada neste estudo de caso. Estas informações estão em conformidade com o processo de geração de dados qualitativos descritos na Seção 4.3.3.

5.2.3.1 Material de Apoio

Incluídos no sistema através de regras que disparam no início da simulação (*e.g.*, Regra 1 da Tabela 4.9), o material de apoio traz ao investidor conceitos como os descritos nas Seções 3.4 e 4.2 para construir e manter sua carteira de investimento, rastreando as metas financeiras. A Figura 5-3 apresenta a mensagem de introdução ao cenário, enquanto que a Figura 5-4 descreve o ciclo de vida de um investimento.

Cenário Brasil 2003-2021

Seja bem-vindo ao Cenário Brasil 2003-2021. Neste cenário, você terá 20 anos para alcançar a meta de \$600.000 referente ao suplemento de sua aposentadoria. Você pode utilizar até 10% de seu salário mensal para o investimento.

Existem 16 instrumentos financeiros disponíveis para você investir, agrupados em 4 categorias de risco e retorno variados: Fundos de Renda Fixa Referenciados DI (categoria A), Fundos de Renda Fixa (categoria B), Fundos de Multirisco (categoria C) e Fundos de Ações (categoria D).

Historicamente, estes instrumentos tem apresentado relações de risco e retorno de 16x1,4%, 18x2,5%, 20x4% e 25x12% para as categorias A, B, C e D, respectivamente.

Lembre-se que resultados obtidos no passado não asseguram resultados futuros. Fundos de investimento não contam com a garantia do administrador do fundo, do gestor da carteira, de qualquer mecanismo de seguro ou, ainda, do fundo garantidor de créditos – FGC. Ao investidor é recomendada a leitura cuidadosa do prospecto e o regulamento do fundo de investimento ao aplicar seus recursos.

- o Instrutor

Figura 5-3. Mensagem de Introdução ao Cenário

O Ciclo de Vida de um Investimento

Em investimentos de longo termo, é comum o investidor utilizar-se de instrumentos de maior risco no início do investimento, e, progressivamente, alterar a composição da carteira para assumir menos riscos ao passo que aproxima-se do encerramento do investimento.

Tradicionalmente uma carteira agressiva é composta em mais de 60% por ativos de risco, enquanto que uma carteira conservadora, em contraposto, contém ativos de risco em menos de 30% do total investido.

Neste cenário, de 20 anos de duração, a tarefa de investimento poderia ser dividida em etapas de 15 e 5 anos. Nos primeiros 15 anos o investidor pode ser agressivo, ao passo que nos últimos 5 anos é recomendável trazer a carteira para uma situação de menor risco.

Por exemplo, se a opção é investir \$200 mensalmente a uma taxa de retorno de 25% ao ano (alto risco), em 15 anos o investidor acumularia, em teoria, o saldo de \$297.682. Para os 5 anos remanescentes, a uma taxa de retorno de 16%, o investidor precisa apenas de \$100 mensais para totalizar \$634.186 em 20 anos de investimento.

- o Instrutor

Figura 5-4. Informativo sobre o ciclo de vida de um investimento

Informações sobre o *valor do dinheiro no tempo* (TVM), *foco no longo termo*, o *poder dos juros compostos* e *amortização do custo do dinheiro* (Seção 4.2) também poderiam ser incluídas como material de apoio neste cenário.

5.2.3.2 Informações de Estado

A interpretação dos dados quantitativos em linguagem natural é um importante elemento de compreensão do funcionamento de mercados financeiros e seus instrumentos de investimento.

No cenário idealizado, existem duas interpretações essenciais: do PIB; e dos fundos de investimento. A regra descrita na Tabela 5.4 apresenta um informativo sobre a condição do PIB a cada três meses, com atraso de 1 mês. A regra da Tabela 5.5 constata o bom desempenho do fundo A1, com base na média do mercado de 16%. De maneira similar, outras regras podem ser construídas em consideração ao crescimento do PIB e desempenho aquém do esperado por fundos de investimento.

T: {di}	Premissa: crescimento S_1 3 meses < gt
Ação: postar di + 1 mês <texto>; resumir 3 meses	
<u>Queda no PIB</u>	
O Produto Interno Bruto brasileiro teve queda de <crescimento S_1 3 meses>% no último trimestre. Os setores agrícola, industrial e de serviços produziram conjuntamente menos do que no trimestre anterior. O crescimento nos últimos 12 meses do PIB foi de <crescimento S_1 12 meses>%.	

Tabela 5.4. Informativo trimestral sobre a condição do PIB

T: {di}	Premissa: crescimento S_2 6 meses > 9%
Ação: postar <i>di</i> <texto>; resumir 6 meses	
<u>Excelente desempenho do fundo A1</u> O Fundo de Renda Fixa Referenciado DI A1 atingiu a marca recorde nos últimos 6 meses de <crescimento S_2 6 meses>%. Este tipo de fundo em média possui a rentabilidade de 16% anual.	

Tabela 5.5. Informativo semestral sobre a condição do fundo A1

5.2.3.3 Recomendações e Previsões

Em síntese, recomendações de compra de ativos, ou previsões de performance futuras acima da média contrapõem-se à Hipótese de Mercado Eficiente, e à Teoria Moderna de Portfólio. No entanto, este tipo de informação está presente na mídia que envolve mercados financeiros, e como tal deve ser contemplada no cenário proposto.

A Tabela 5.6 apresenta um informativo trimestral sobre o fundo A1, cuja performance excepcional (mesmo que no curto termo) induz à geração de panfletos consagrando a exceção do fundo com relação a seus concorrentes. Conforme a HME, esta é uma anomalia de mercado, uma vez que performance passada não garante performance futura. Em contraponto, o informativo divulga justamente o contrário, mesmo que de forma sutil. Para o instrutor, a divulgação deste tipo de informação é importante como forma de análise de seus efeitos em investidores. Para o usuário investidor, esta informação é uma distração, que deve ser examinada à luz da perspectiva da HME e TMP.

T: {di}	Premissa: crescimento S_2 3 meses > 4%
Ação: postar <i>di</i> <texto>; resumir 3 meses	
<u>O fundo A1: alto retorno a menor risco</u> O Fundo de Renda Fixa Referenciado DI A1 ultrapassou as expectativas com rentabilidade de <crescimento S_2 3 meses>% nos últimos três meses. Este tipo de fundo em média possui a rentabilidade de 16% anual, mas o gestor do fundo expressa o rápido reflexo ao optar por papéis de curto prazo que oscilassem menos no caso de uma mudança brusca de juros. A decisão estratégica deriva da constatação de que os preços dos ativos estavam errados, e como sempre a administração do fundo A1 está sempre alerta a estas condições.	

Tabela 5.6. Informativo trimestral sobre a condição do fundo A1 que contrapõe-se à HME, e induz a maiores investimentos no fundo

5.3 Parte II – Simulação do Investimento

A simulação do cenário de investimento é a apresentação progressiva dos dados qualitativos e quantitativos ao investidor, em intervalos de tempo pré-definidos (ciclos), começando na data início da simulação (*di*) até a data final (*df*).

A cada ciclo, o investidor realiza ações de compra e venda de cotas dos instrumentos de investimento, com o objetivo de alcançar as metas estabelecidas pelo instrutor.

5.3.1 Tempo Real versus Tempo Simulado

No cenário do estudo de caso, os ciclos são trimestrais (i.e. 90 dias), resultando em 80 ciclos de investimento ($nc = 80^{16}$). A relação entre tempo real e tempo simulado pode ser estabelecida como 8 ciclos por dia, 1 ciclo a cada hora. Com isto, no intervalo de 10 dias a simulação de 20 anos estaria completa.

De fato, a duração e o número dos ciclos é de critério do instrutor. No exemplo, a simulação poderia ser totalmente condensada em 5 dias, mas isto reduziria as discussões entre ciclos, a reflexão do usuário sobre a adequação de estratégias de investimento, e afetaria o próprio processo de aprendizado.

5.3.2 Exemplo de um Investidor

A Equação 4.13 estabelece a forma de representação de um investidor no sistema. Para o exemplo desta seção, considere a existência de um usuário investidor da seguinte forma:

$$I = [\$4.000, 0\%, 0, \{\emptyset\}]$$

Ou seja, o investidor tem salário mensal de \$4.000. Como no exemplo a inflação é desconsiderada, a correção anual do salário é de 0%. Não existe nenhum valor inicial de poupança, e nenhum pagamento foi realizado.

Considerando a apresentação do Cenário (Figura 5-3), o investidor poderá alocar até 10%, de seu valor mensal de salário no processo de investimento (i.e., \$400). Porém este percentual é limítrofe, e implica em restrições de consumo presente.

5.3.3 Construção do Portfólio

Após a definição das regras da simulação, da alimentação do cenário no sistema, e do cadastramento dos investidores, o ambiente de investimento está pronto para ser ativado. Com sua ativação, os usuários investidores recebem a notificação das regras da simulação e as primeiras notícias (ou eventos) do sistema. É o momento da construção do portfólio.

Considerando as instruções da Figura 5-4 sobre o ciclo de vida de um investimento, suponha-se que o investidor opta por criar quatro *checkpoints* na condução de seu portfólio (Tabela 5.7).

cp	Período	Investimento	Alocação na Categoria				E(R) aa	Saldo
			A	B	C	D		
1	1/1/2003 - 31/12/2007	\$300	15%	20%	30%	35%	21%	\$30.339
2	1/1/2007 - 31/12/2011	\$300	20	20	30	30	20%	\$105.103
3	1/1/2012 - 31/12/2016	\$300	40	30	20	10	18%	\$268.654
4	1/1/2017 - 31/12/2021	\$300	50	40	5	5	17%	\$616.531

$E(R)$ aa é o valor esperado de retorno anual da carteira de investimento. É calculado com base na ponderação simples entre o valor alocado e o retorno esperado da categoria de investimento (i.e., 16, 18, 20 e 25% para A, B, C e D, respectivamente).

Tabela 5.7. Checkpoints na condução do portfólio do investidor

Neste contexto, o valor alcançado como saldo ao final do período de investimento é superior ao valor de \$600.000, e portanto satisfaz a meta financeira.

¹⁶ Número de ciclos

A primeira ação de investimento, portanto, é criar a carteira de investimento poupando \$45, \$60, \$90 e \$105 em ativos das categorias A, B, C e D, respectivamente. Para o exemplo, optou-se pelos ativos A1, B1, C2 e D4 (Tabela 5.3). Conforme o relógio da simulação (Equação 4.12), a informação disponível para o instrutor compreende o período de 1/1/2000 à 1/1/2003.

5.3.4 Checkpoint 1

Em 1/1/2007, 5 anos depois (ou terceiro dia da simulação), o investidor decide comparar os resultados de sua carteira de investimento com o objetivo estabelecido no *checkpoint* 1. Entre 1/1/2002 e 1/1/2007 os ativos A1, B1, C2 e D4 que formavam a carteira de investimento nas proporções de 15, 20, 30 e 35% renderam 81,66% total, resultando em \$32.699 em comparação a \$30.339 previsto (*i.e.*, superavitário). O total investido foi de \$18.000. O risco anual para o período foi de 4,58%.

Com base no superávit alcançado, o investidor opta por reduzir o risco para 20% (Tabela 5.7), e também o valor investido. Reavaliado, o investimento mensal passa a ser de \$240, o que ainda permitirá alcançar a soma de \$105.103, previamente definida para o *checkpoint* 2.¹⁷

Ainda, o saldo de \$32.699 é balanceado em seus instrumentos de investimento conforme as ponderações de 20, 20, 30 e 30% (Tabela 5.7). Em cada conta de ativo, fica depositado \$6.539,90, \$6.539,90, \$9.809,80 e \$9.809,80, respectivamente para A1, B1, C2 e D4.

5.3.5 Checkpoint 2

Em 1/1/2012, conforme antecipado na Figura 5-2¹⁸, a economia estava enfraquecida, e o objetivo definido de \$105.103 não foi alcançado. Entre 1/1/2002 e 1/1/2012 (10 anos) os ativos A1, B1, C2 e D4 que formavam a carteira de investimento renderam 180% total, resultando em \$90.800 em comparação a \$105.103 (*i.e.*, deficitário). O total investido foi de \$32.400. O risco anual para o período foi de 4,48%.

O déficit resultante exige que o investidor tome decisões sobre o risco e o retorno do próximo período. Em contraposto a reduzir o retorno para 18%, o investidor opta por mantê-lo a 20%, com as alocações de 20, 30, 30 e 20%, respectivamente para A1, B1, C2 e D4. O saldo balanceado com estas proporções fica em \$18.160, \$27.240, \$27.240, e \$18.160 para cada ativo.

Para compensar as perdas no investimento, o investidor decide também por ampliar a soma investida mensalmente ao máximo de \$450. Com isto, o valor esperado de saldo para o próximo *checkpoint* é de \$270.356, superior à \$268.654 anteriormente desejado.

5.3.6 Checkpoint 3

Em 1/1/2017, a economia permaneceu enfraquecida, e o objetivo de \$270.356 não foi alcançado. Mesmo com valor mensal de investimento ampliado, os ativos A1, B1, C2 e D4 que formavam a carteira de investimento renderam 345% total, resultando em

¹⁷ A redução do valor investido com base em superação de objetivos é apresentado como uma das alternativas em Tabela 4.3. Outra opção, seria ignorar o superávit e manter o valor de investimento originalmente definido.

¹⁸ É possível, enquanto instrutor, antecipar períodos de mercado fraco ou forte. Para o investidor, no entanto, é apenas com o decorrer da simulação que estes fatos são desvendados.

\$264.129 em comparação ao valor previsto (*i.e.*, deficitário). O total investido foi de \$59.400. O risco para o período foi de 3,73%.

Com base no saldo total disponível para o investidor, são feitas as últimas modificações na carteira de investimento antes do fim da simulação e da análise de desempenho do portfólio.

O investidor opta por reduzir o retorno do investimento para 17% (Tabela 5.7), o que reduz também o risco do investimento por consequência. As proporções de alocação dos ativos é de 50, 40, 5 e 5% para A1, B1, C2 e D4, respectivamente. O saldo na conta de cada ativo fica \$132.064, \$105.651, \$13.206 e \$13.206.

O valor mensal investido retorna ao patamar de \$300, o que permitirá alcançar o saldo de \$606.610, que também atende a meta de investimento pré-definida.

5.3.7 Meta Financeira

Em 1/1/2022 a simulação se encerra. Acima das expectativas, o saldo final do investidor é de \$652.849, impulsionado por uma recuperação da economia. O risco para o período foi de 1,18%, influenciado pela maior ponderação de ativos de baixo risco na carteira de investimento. O retorno sobre o investimento de \$77.400 foi de 743%. A Figura 5-5 apresenta o crescimento do saldo ao longo do período de 20 anos.

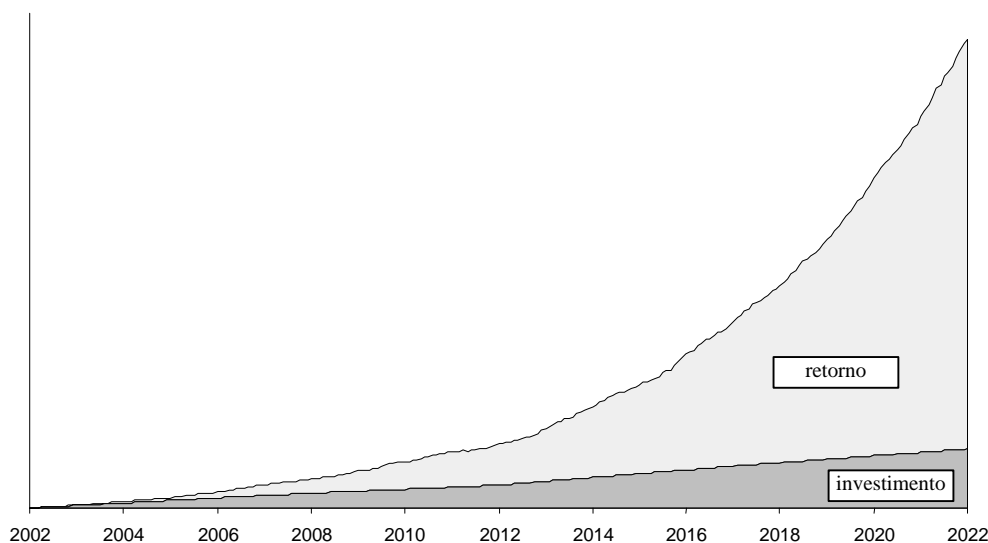


Figura 5-5. Crescimento do saldo investido no caso do suplemento à aposentadoria

5.4 Parte III – Análise de Desempenho

Ao fim da simulação, o instrutor deve analisar o desempenho de cada carteira de investimento, junto aos investidores. A análise de desempenho só pode ocorrer de forma pretérita. O modelo proposto permite a criação de cenários cuja interação com investidores gera informação pretérita, ou seja, os dados para análise.

5.4.1 Risco versus Retorno

Em todos os *checkpoints* do estudo de caso, o investidor realizou a tomada de decisão com base na relação entre risco e retorno. Na primeira etapa, o investimento estava em

momento inicial, e como tal permitia-se assumir mais riscos. Com isso, a escolha de 21% como retorno no investimento assumia, conseqüentemente, um risco maior para a etapa.

Nas etapas subseqüentes, o enfraquecimento do mercado forçou o investidor a poupar mais, e o avanço na idade do investimento, em contrapartida, demandava uma redução no retorno/risco do investimento. O retorno/risco escolhido foi de 20%.

Ao final, o investidor reduziu ainda mais sua exposição ao risco, assumindo 17% como retorno no investimento. Observa-se que em cada intervalo dos *checkpoints*, o risco foi reduzido até a maturidade do investimento, nas proporções de 4,58%, 4,48%, 3,73% e 1,18%.

5.4.2 Obtenção das Metas

A única meta do sistema, o suplemento de \$600.000, foi alcançada com êxito pelo investidor. O sucesso do investimento, conforme Equação 4.14 é:

$$sucesso = \frac{\$652.849}{\$600.000} \approx 108\%$$

O sucesso de 108% é aceitável, porém em casos onde o sucesso é muito superior à 100% (*e.g.*, 140%) pode significar ou que o investidor assumiu muitos riscos, ou que privou-se de consumo presente através de depósitos elevados (*e.g.*, depósitos mensais de \$800 no exemplo), ou ambos os casos.

5.4.3 Gestão do Portfólio

A decisão de reduzir o valor investido ainda no início do ciclo do investimento implicou para o investidor a necessidade de ampliar o valor investido para recompensar as perdas ocasionadas por um período de recessão econômica.

Caso o investidor tivesse optado por manter o desembolso de \$300 durante todo o período de investimento, teria obtido ao final a quantia de \$648.453, atendendo a meta estabelecida e, ao mesmo tempo, evitando um período de desembolso acentuado (como ocorrido entre 1/1/2007 e 1/1/2012, com desembolso de \$450).

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

6.1 Resumo

A pesquisa realizada no desenvolvimento desta tese ocorreu em dois estágios: o primeiro foi a *identificação de uma estratégia de investimento* adequada para pequenos investidores; em seguida, realizou-se a *formulação de uma metodologia de ensino* para a estratégia selecionada.

A motivação para a escolha do tema de pesquisa é um reflexo da crescente importância de mercados financeiros para o bem-estar sócio-econômico, onde os métodos tradicionais de divulgação e ensino de estratégias de investimento não estão adequados para o investidor amador (Capítulo 3).

A abordagem para o problema fundamentou-se na escola da Teoria Moderna de Portfólio, cujas práticas trazem equilíbrio a mercados eficientes. Optou-se por criar um modelo baseado em tecnologia de simulação, para que os investidores “aprendessem fazendo” (Capítulo 4). O exercício do modelo desenvolvido consolidou a proposta, enquanto que a eficácia da estratégia selecionada tornou-se clara através dos benefícios dos juros compostos, da amortização do custo do dinheiro, e da visão de longo termo (Capítulo 5).

Enfim, desenvolveu-se uma *metodologia de ensino de estratégias de investimento* para pessoas comuns, que preocupa-se primariamente definir um ambiente propício para o aprendizado do “como investir” através de exercícios práticos de investimento no longo termo.

6.2 Conclusão

Este trabalho ressalta que a percepção do objetivo de investir deve ser revista pelo pequeno investidor. A estratégia de investimento deve ser orientada a metas bem definidas, em contraposto ao hábito errôneo de se guiar pelo simples objetivo de ampliar a riqueza pessoal. Aumento no retorno do investimento implica aumento no risco do instrumento utilizado. O esforço da busca de informações privilegiadas para investir não é viável para o investidor profissional, quanto mais para o investidor amador que possui uma carreira definida, e não tem tempo para monitorar mercados financeiros.

Existem diversas estratégias de investimento disponíveis na literatura. Algumas consideram a TMP, outras são menos científicas, empregando técnicas baseadas na auto-confiança, em comportamentos inesperados, e na convicção de que podem vencer o mercado. As mais tradicionais e conhecidas, porém avessas à TMP, são as estratégias baseadas em análise técnica e fundamentalista.

A estratégia recomendada por este trabalho constitui, em verdade, considerações derivadas de formulações de acadêmicos e profissionais que aceitam a HME e TMP. É o caminho inicial, a ser adaptado por cada indivíduo. Através do ensino via o modelo proposto, a personalização da estratégia de investimento acontece, em conjunto com o crescimento da experiência com mercados financeiros.

Os conceitos apresentados são importantes, porém é necessário uma contrapartida racional e consciente do investidor. Manter a visão no longo termo é a postura mais

recomendada por especialistas experientes em questões de investimento. Ao mesmo tempo, o indivíduo deve estar ciente de suas responsabilidades de curto termo, e gerenciar ativamente seu superávit mensal para se permitir realizar aplicações em instrumentos de investimento. Não adianta dar um passo a frente, e outro atrás.

Neste contexto, conclui-se que o modelo proposto, e sua demonstração do estudo de caso, satisfaz os requisitos do objetivo geral enquanto uma especificação formal para ensino de estratégias de investimento.

Em outra perspectiva, este trabalho apresenta um método inovador de jogo de investimento, contrariando moldes de mercado, errôneos, trazendo benefícios ao pequeno investidor que encontra-se sem alternativas adequadas de capacitar-se à tarefa de investimento. O resultado é a aproximação da figura do instrutor e seus alunos investidores através de uma metodologia com ferramentas que permita a exploração de cenários e estratégias de investimento, bem como análise de desempenho que ateste o sucesso do aprendizado.

6.3 Recomendações

Este trabalho considera a experimentação de investir no longo termo, com os respectivos benefícios associados a esta postura, a maneira mais adequada de formar um investidor crítico capaz de gerenciar com responsabilidade seu patrimônio, garantindo assim benefícios pessoais e sociais.

A implementação do sistema detalhado na Seção 4.3 é a primeira recomendação a ser feita, o que permitirá avançar nos estudos sobre a aplicação do processo proposto de aprendizado de estratégias de investimento. O uso das novas tecnologias na implementação de um sistema *web* permitirá alcançar grande número de usuários, gerando informação suficiente para futuras extensões deste modelo.

Em termos de dados quantitativos, é recomendada a inclusão de mais operadores entre séries, não limitando-se apenas à correlação. Pontualmente, o instrutor pode gerar bolhas de mercado e modificar a condição de crescimento entre séries (*i.e.*, ***m*** e ***S***) para criar efeitos de ciclos de mercado. A notação de instrumentos de investimento podem ser expandida, incluindo informações como taxas de administração, depósitos mínimos e movimentação mínima para instrumentos de investimento.

Considerando os dados qualitativos, o modelo proposto pode ser ampliado passando a considerar uma *base de modelos de regras*, reutilizáveis em mais de um cenário. O compartilhamento destes modelos entre instrutores enriquece a diversidade de regras, agregando maior informação qualitativa ao pequeno investidor.

Finalmente, ferramentas de análise de sensibilidade podem ser incluídas no modelo com o objetivo de auxiliar o instrutor a inspecionar condições variadas no processo de decisão de investimento. Em outras palavras, estas ferramentas permitirão a averiguação da qualidade dos dados quantitativos gerados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, Franklin; GORTON, Gary. Churning Bubbles. **The Review of Economic Studies**. October 1993. Volume 60, Issue 4, p. 813-836.
- ALVES, Adriana Gomes; CABRAL, Rodrigo Becke; SPERB, Rafael Medeiros; WAHRLICH, Roberto. **Sistemas de Informação em Gestão Ambiental - Um Caso Aplicado à Gestão de Recursos Pesqueiros**. In: Congresso Brasileiro de Computação, 2002, Itajaí. Congresso Brasileiro de Computação. 2002.
- ANGELO, Eduardo Bom. **Previdência Privada Aberta: Ótima alternativa para o país e para o consumidor**. Estudos e Monografias. Associação Nacional de Previdência Privada, Publicação Online, Janeiro, 2002. URL: <http://www.anapp.com.br/>
- ANTONIOU, Antonios; GARRET, Ian. To What Extent did Stock Index Futures Contribute to the October 1987 Stock Market Crash? **The Economic Journal**. November 1993. Volume 103, Issue 421, p. 1444-1461.
- ASINOF, Lynn. Capital Gains Remain Tricky For Taxpayers. **The Wall Street Journal**. February 19, 1999. Your Money Matters Column.
- BANKS, Jerry; CARSON II, John S.; NELSON, Barry L. **Discrete-Event System Simulation**. 2nd Ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999.
- BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BERENSON, Mark L.; LEVINE, David M. **Basic Business Statistics: Concepts and Applications**. 7th Edition. Prentice-Hall, Inc. 1999.
- BIERMAN JR., Harold. **A Utility Approach to the Portfolio Allocation Decision and the Investment Horizon**. The Journal of Portfolio Management. Fall 1998. p. 81-87.
- BLACK, Fischer. Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing. **Journal of Business**. July 1972. Volume 45, Issue 3, p. 444-455.
- BODIE, Zvi. Pensions as Retirement Income Insurance. **Journal of Economic Literature**. March 1990. Volume 28, Issue 1, p. 28-49.
- BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS, Alan J. **INVESTMENTS**. 3rd Edition. Irwin, The McGraw-Hill Companies Inc. 1996.
- BRADSHAW, J. M. **Software Agents**. California: AAAI Press/The MIT Press, 1997.
- BRENNER, Lynn. What We Don't Know About Money Will Hurt Us. **The Tampa Tribune**. Sunday, April 18, 1999. Parade Supplement.
- BRICKLEY, James A.; SMITH Jr., Clifford W.; ZIMMERMAN, Jerold L. **Managerial Economics and Organizational Architecture**. Irwin, 1997.
- BRIGHAM, E. F.; GAPENSKI, L. C.; EHRHARDT, M. C. **Financial Management, Theory and Practice**. 9th Edition. The Dryden Press, 1999.
- BROWNING, E.S. A Bull Turns Bearish and Becomes Outcast. **The Wall Street Journal**. July 26, 1999. Abreast of the Market Column.
- BROWNING, E.S. New Forces Are Now Powering Surging Stocks; Ordinary Joes Move Market Toward 10000 Mark with Aid From TV, Internet. **The Wall Street Journal**. March 15, 1999. Abreast of the Market Column.
- BUCKMAN, Rebecca; SIMON, Ruth. Day Trading Can Breed Perilous Illusions. **The Wall Street Journal**. August 2, 1999.

BUNGE, Mário. **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, 1974.

CABRAL, Rodrigo Becke. **Adaptação Computacional de Sistemas de Inferência Difusos: Um Caso Aplicado**. Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências da Computação. Depto. de Informática e Estatística. Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina. Julho, 1994.

CABRAL, Rodrigo Becke. **Retificação e Análise de Características de Imagens de Nematóides**. Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Janeiro, 1996.

CABRAL, Rodrigo Becke; SPERB, Rafael Medeiros; TRIPODI, Rodrigo Zanato. **Tecnologia Opensource para Rastreamento de Veículos Monitorados via Satélite**. In: Congresso Brasileiro De Computação, 2002, Itajaí. Congresso Brasileiro de Computação. 2002.

CAMPBELL, John Y. A Variance Decomposition for Stock Returns. **The Economic Journal**. March 1991. Volume 101, Issue 405, p. 157-179.

CAMPBELL, John Y.; AMMER, John. What Moves the Stock and Bond Markets? A Variance Decomposition for Long-Term Asset Returns. **Journal of Finance**. March 1993. Volume 48, Issue 1, p. 3-37.

CAMPBELL, John Y.; SHILLER, Robert J. The Dividend-Price Ratio and Expectations of Future Dividends and Discount Factors. **Review of Financial Studies**. Autumn, 1988. Volume 1, Issue 3. p. 195-228.

CALDEIRA, Jorge. **Mauá: Empresário do Império**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

CALOMIRIS, Charles W.; SCHWEIKART, Larry. The Panic of 1857: Origins, Transmission, and Containment. **Journal of Economic History**. December, 1991. Volume 51, Issue 4, p. 807-834.

CHORAFAS, Dimitris N. **Chaos Theory in the Financial Markets**. Probus Publishing Company, 1994.

CLEMMENTS, Jonathan. Adapting for a Tougher Market Ahead. **The Wall Street Journal**. April 6, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Advice Is Good; Is Ignoring It Bliss? **The Wall Street Journal**. July 6, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Debunking Some Mutual-Fund Myths. **The Wall Street Journal**. March 16, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Dow 10000? Prepare for the Hangover. **The Wall Street Journal**. March 23, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Five Mutual Funds That Can Do It All. **The Wall Street Journal**. April 13, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Hot Titles: When a Fool Outshines a Guru. **The Wall Street Journal**. April 27, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Investing Ideas That Stand Test of Time. **The Wall Street Journal**. May 4, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Investors' Game: 'The Price Is Right'. **The Wall Street Journal**. June 29, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Knowing When to Hold, When to Fold. **The Wall Street Journal**. August 3, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Managed Funds Beat the S&P 500 For the 2nd Quarter. **The Wall Street Journal**. July 2, 1999. Fund Track Section.

CLEMMENTS, Jonathan. Recipe for Successful Investing: First, Mix Assets Well. **The Wall Street Journal**. October 6, 1993. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Some Investing Ideas With a Fresh Twist. **The Wall Street Journal**. February 23, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Start Worrying About the Right Things. **The Wall Street Journal**. July 27, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Surprise Benefit From Diversification. **The Wall Street Journal**. June 8, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Teaching Your Children to Save Well. **The Wall Street Journal**. March 9, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Too Many Funds? Not With This List. **The Wall Street Journal**. May 11, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. True Confessions: Readers Reveal Their Big Bloopers. **The Wall Street Journal**. February 16, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Unreality Check for the Bull Market. **The Wall Street Journal**. May 25, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. When the Street's Wisdom Doesn't Work. **The Wall Street Journal**. July 20, 1999. Getting Going Column.

CLEMMENTS, Jonathan. Why You're Never Too Old for Stocks. **The Wall Street Journal**. July 13, 1999. Getting Going Column.

COLIE, Dennis. **Investments Booklet**. Investments Course FIN 6816, College of Business Administration, University of South Florida. Summer, 1999.

CORBETT, Henry R. Toward a More Rational Retirement Plan. **Journal of Business of the University of Chicago**. October 1931. Volume 4, Issue 4, p. 407-413.

CVM Publicações e Artigos Online. O Plano Real e o Mercado de Valores Mobiliários. **Comissão de Valores Mobiliários**. 1998. Publicações Internas.
URL: <http://www.cvm.gov.br/>

DIEGUES, Consuelo. **A cautela compensa**. Revista Exame, Agosto de 2002. Edição Especial: Os melhores fundos de investimento 2002.

DINIZ, Daniela. **O negócio é não complicar**. Revista Exame, Agosto de 2002. Edição Especial: Os melhores fundos de investimento 2002.

DORNBUSCH, Rudiger. Brazil's Incomplete Stabilization and Reform. **Brookings Papers on Economic Activity**. 1997. Volume 1. URL: <http://web.mit.edu/rudi/www/>

DORNBUSCH, Rudiger. Is Brazil The Next Mexico? **International Economy**. July/August, 1996. URL: <http://web.mit.edu/rudi/www/>

DORNBUSCH, Rudiger. The Brazil Problem: V-Shaped Recovery And Beyond. **Online Paper**. Revised, April, 1999. URL: <http://web.mit.edu/rudi/www/>

DORNBUSCH, Rudiger; FISCHER, Stanley. **Macro-Economics**. 3rd Edition. McGraw-Hill, Inc. 1984.

DURKIN, J. **Expert System: Design and Development**. Prentice Hall, 1994

EDMONDS, Thomas P.; McNAIR, Frances M.; MILAM, Edward E.; OLDS, Philip R. **Fundamental Financial Accounting Concepts**. 3rd Edition. Irwin McGraw-Hill, 2000.

- EMSHWILLER, John R. Follow the Dotted Line: First Up – Then Down. **The Wall Street Journal**. March 3, 1999. Heard on the Street Column.
- EWING, Terzah; IP, Greg. NASD Prepares for Late Hours; Date Isn't Set. **The Wall Street Journal**. May 28, 1999.
- EWING, Terzah; IP, Greg. Night Trading On Nasdaq Heads for Vote. **The Wall Street Journal**. May 27, 1999.
- FRANKLIN, S.; GRAESSER, A. **Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents**, in Mueller, J. P.; Wooldridge, M. J.; Jennings, N. R., *Intelligent Agents III*, Berlin: Springer, pp. 21 - 36, 1997.
- GAMMILL, James F.; MARSH, Terry A. Trading Activity and Price Behavior in the Stock and Stock Index Futures Markets in October 1987. **The Journal of Economic Perspectives**. Summer 1988. Volume 2, Issue 3, p. 25-44.
- GARBER, Peter M. Famous First Bubbles. **The Journal of Economic Perspectives**. Spring, 1990. Volume 4, Issue 2, p. 35-54.
- GARBER, Peter M. Tulipmania. **The Journal of Political Economy**. June 1989. Volume 97, Issue 3, p. 535-560.
- GENTLE, James E. **Random Number Generation and Monte Carlo Methods**. Springer-Verlag. New York, 1998.
- GRAVELLE, Jane G. Do Individual Retirement Accounts Increase Savings? **The Journal of Economic Perspectives**. Spring 1991. Volume 5, Issue 2, p. 133-148.
- GREENOUGH, William C. A New Approach to Retirement Income. **Journal of Finance**. May 1952. Volume 7, Issue 2, p. 285-295.
- GUSMÃO, Marcos. A Criança e o Dinheiro. **Veja**. Editora Abril, 24 de Março de 1999. ed. 1590, ano 32, n. 12, p. 128-129.
- GUSTMAN, Alan L.; STEINMEIER, Thomas L. A Structural Retirement Model. **Econometrica**. May 1986. Volume 54, Issue 3, p. 555-584.
- FLOOD, Robert P.; GARBER, Peter M. Market Fundamentals versus Price-Level Bubbles: The First Tests. **The Journal of Political Economy**. August 1980, Volume 88, Issue 4, p. 745-770.
- FORTUNA, Eduardo. **Mercado Financeiro: Produtos e Serviços**. 14^a ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.
- FRASER, Andrew. The Great Equalizer. **The Wall Street Journal**. June 12, 2000. Online Investing Special Report.
- GRADILONE, Cláudio. **Contando com o voto**. Revista Exame, Agosto de 2002. Edição Especial: Os melhores fundos de investimento 2002.
- HANRAHAN, Timothy. Dot-Com Dominoes. **The Wall Street Journal**. November 7, 2000. Dot-Com Dominoes Special Report.
- HARRIS, Ron. The Bubble Act: Its Passage and Its Effects on Business Organization. **Journal of Economic History**. September 1994. Volume 54, Issue 3, p. 610-627.
- HOYT, G. Calvin. The Process and Problems of Retirement. **Journal of Business**. April 1954. Volume 27, Issue 2, Part1: Retirement, p. 164-168.
- IP, Greg. Big Board Delays Plans for After-Hours Trading. **The Wall Street Journal**. June 4, 1999.
- JASEN, Georgette. Dart's Internet Picks Outpace Pros in Contest. **The Wall Street Journal**. March 10, 1999. Your Money Matters Column.

- JASEN, Georgette. Dartboard Contestants Bet on Tech Stocks. **The Wall Street Journal**. May 6, 1999. Your Money Matters Column.
- JASEN, Georgette. Pros Extend Streak Over Darts To a Fifth Consecutive Victory. **The Wall Street Journal**. August 5, 1999. Your Money Matters Column.
- JASEN, Georgette. Pros Walk Away With Laurels, Beating Darts and Dow. **The Wall Street Journal**. April 8, 1999. Your Money Matters Column.
- JASEN, Georgette. Pros Whip the Darts Again In Stock-Picking Contest. **The Wall Street Journal**. July 8, 1999. Your Money Matters Column.
- JASEN, Georgette. Tech Stocks Dominate These Pros' Picks. **The Wall Street Journal**. June 10, 1999. Your Money Matters Column.
- KENDALL, Maurice. The Analysis of Economic Time Series, Part I: Prices. **Journal of the Royal Statistical Society** **96**, 1953.
- KLEIDON, Allan. Arbitrage, Nontrading, and Stale Prices: October 1987. **Journal of Business**. October 1992. Volume 65, Issue 4, p. 483-507.
- KLEIDON, Allan. One Market? Stocks, Futures, and Options During October 1987. **Journal of Finance**. July 1992. Volume 47, Issue 3, Papers and Proceedings of the Fifty-Second Annual Meeting of the American Finance Association, New Orleans, Louisiana January 3-5, 1992.
- LEVY, Haim. **Introduction to Investments**. 2nd Edition. South-Western College Publishing, 1999.
- LINTNER, John. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. **The Review of Economics and Statistics**. February, 1965. Volume 47, Issue 1, p. 13-37.
- LUCCHETTI, Aaron. One Firm, Many Voices: View of Strategists Can Be Conflicting. **The Wall Street Journal**. August 11, 1999. Your Money Matters Column.
- MACK, Margery J. A Retirement Planning Program. **Journal of Business**. April 1954. Volume 27, Issue 2, Part 1: Retirement, p. 169-175.
- MALKIEL, Burton. **A Random Walk Down Wall Street**. 7th Edition. New York : W. W. Norton & Company, 1999.
- MALLIARIS, A. G.; URRUTIA, Jorge L. The International Crash of October 1987: Causality Tests. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**. September 1992. Volume 27, Issue 3, p. 353-364.
- MANDELL, Lewis. **Our Vulnerable Youth: The Financial Literacy of American 12th Graders**. Jump\$tart Coalition for Personal Financial Literacy. 1998.
- MARKOWITZ, Harry M. Portfolio Selection. **Journal of Finance**. March, 1952. Volume 7, Issue 1, p. 77-91.
- MARKOWITZ, Harry M. **Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments**. New York, John Wiley & Sons. 1959.
- McGOLDRICK, Beth. For Some Stocks, Price Doesn't Matter. **The Wall Street Journal**. March 16, 1999. Heard on the Street Column.
- McGOLDRICK, Beth. **Introduction to Investing**. Course Lessons, Dow Jones University. August, 1999.
- McGOLDRICK, Beth. Why Can't Wall Street Predict Its Profits? **The Wall Street Journal**. July 23, 1999. Heard on the Street Column.

MELNIKOFF, Meyer. Investment Performance for Investors. **The Journal of Portfolio Management**. Fall 1998. p. 95-107

MINITER, R. Captive Investors May Soon Be Free. **The Wall Street Journal**, New York, September 14, 2000.

MORRIS, Kenneth M.; SIEGEL, Alan M. Guide To Understanding Money & Investing. **The Wall Street Journal**. Lightbulb Press. 1993.

MOSSIN, Jan. Equilibrium in a Capital Asset Market. **Econometrica**. October 1966. Volume 34, Issue 4, p. 768-783.

POTERBA, James M.; VENTI, Steven F.; WISE, David A. How Retirement Saving Programs Increase Saving. **The Journal of Economic Perspectives**. Autumn 1996. Volume 10, Issue 4, p. 91-112.

ROHWEDER, Herold C. **Implementing Stock Selection Ideas: Does Tracking Error Optimization Do Any Good?** *The Journal of Portfolio Management*. Spring 1998, p. 49-59.

RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar; BOOCH, Grady. **The Unified Modeling Language Reference Manual**. Addison Wesley. 1999.

ROWE, Dorothy. **The Real Meaning of Money**. Harper Collins Publishers. 1997.

SÁ, Geraldo Tosta de. **Investimentos no Mercado de Capitais**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1979.

SAMUELSON, Paul A. *statement before Committee on Banking and Currency*, U.S. Senate, August 2, 1967, re mutual fund legislation of 1967.

SCHROEDER, M. Growth in Internet Securities Fraud Will Be Difficult to Combat, GAO Says. **The Wall Street Journal**, New York, March 22, 1999.

SCHULTZ, Ellen E. Your Pension May Be Changing; Go Figure How... If you Can. **The Wall Street Journal**. March 3, 1999. Your Money Matters Column.

SHARPE, William F. Capital Asset Prices with and without Negative Holdings. **Journal of Finance**. June 1991. Volume 46, Issue 2, p. 489-509.

SHARPE, William F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. **Journal of Finance**. September 1964. Volume 19, Issue 3, p. 425-442.

SHARPE, William F. On Capital Asset Prices: Reply. **Journal of Finance**. March 1965. Volume 20, Issue 1, p. 94-95.

SIEGEL, Jeremy. Equity Risk Premia, Corporate Profit Forecasts, and Investor Sentiment around the Stock Crash of October 1987. **Journal of Business**. October 1992. Volume 65, Issue 4, p. 557-570.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001, 121p.

SILVA NETO, Lauro de Araújo. **Derivativos: Definições, Emprego e Risco**. Atlas, 1998.

SIMON, Richard. IPOs Over the Internet? Tread Carefully. **The Wall Street Journal**, New York, February 4, 1999. Business Europe Column.

SIMON, Ruth. Should Investors Buy or Sell for Y2K? **The Wall Street Journal**. February 16, 1999. Your Money Matters Column.

TANSEL, Abdullah Uz; CLIFFORD, James; GADIA, Sashi; JAJODIA, Sushil; SEGEV, Arie; SNODGRASS, Richard. **Temporal Datavases: Theory, Design and Implementation**. The Benjamin/Cummings Series on Database Systems and Applications. The Benjamin/Cummings Publishing, 1993.

TREYNOR, Jack. **Towards a Theory of Market Value of Risky Assets**. Unpublished manuscript. 1961.

WATERMAN, Donald A. **A Guide to Expert Systems**. Addison-Wesley Publishing Company. 1996.

WHITE, Eugene N. The Stock Market Boom and Crash of 1929 Revisited. **The Journal of Economic Perspectives**. Spring 1990. Volume 4, Issue 2, p. 67-83.

WSJ Research. The IPO Machine. **The Wall Street Journal**. April 19, 1999.